

URBANISMO RESILIENTE DESDE LA PERSPECTIVA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN ESPAÑA

EL CASO DE LAS INUNDACIONES

ISABELA BEATRIZ RUFATO MACHADO

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

E.T.S. DE ARQUITECTURA

DEPARTAMENTO DE URBANISMO Y REPRESENTACIÓN DE LA
ARQUITECTURA

**URBANISMO RESILIENTE DESDE LA PERSPECTIVA DEL CAMBIO
CLIMÁTICO EN ESPAÑA - EL CASO DE LAS INUNDACIONES.**

TRABAJO FIN DE MÁSTER - SEPTIEMBRE 2020.

CURSO 2019/20 MIIA - MÁSTER EN INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN
ARQUITECTURA. INTERVENCIÓN EN EL PATRIMONIO, REHABILITACIÓN Y
REGENERACIÓN.

AUTOR: ISABELA BEATRIZ RUFATO MACHADO.

TUTOR: MIGUEL FERNÁNDEZ MAROTO.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a todos los profesionales y colegas del curso que tuve el privilegio de conocer en esta experiencia y en especial, en primer lugar, al coordinador del Master, Darío Álvarez Álvarez, por aceptar mi solicitud de ingreso al MIIA y, en segundo lugar, agradecer la excelencia de mi profesor y tutor del TFM, Miguel Fernández Maroto, por dedicarse tanto a las correcciones, consejos y opiniones para el mejor desarrollo posible de este trabajo.

RESUMEN

Subrayando más conocimiento a respecto de los potenciales efectos que pueden suceder el cambio climático en las ciudades, el trabajo aborda el urbanismo resiliente como principal herramienta para fortalecer el medio urbano, más específicamente, frente a las consecuencias de las inundaciones, ya que este es uno de los riesgos que más causa pérdidas en Europa. Además, este documento aporta estudios que permiten analizar las estrategias más recomendables para abordar el tema con éxito a pesar del evidente reto que comprende la cuestión, y valorar la importancia de soluciones basadas en la naturaleza, cuestionando el empleo de sistemas solamente estructurales. De acuerdo con las investigaciones realizadas, han sido expuestos los principales tipos, causas, legislación y elementos que impulsan y/o disminuyen las inundaciones en las ciudades, con parámetros de referencia y tres estudios de casos (Alicante, Vitoria y Zaragoza) para la evaluación de cuales indicadores son cruciales para elegir las mejores soluciones en distintas situaciones para la implantación de medidas de control, adaptación y mitigación de los desastres causados por las inundaciones.

ABSTRACT

Underlining more knowledge about the potential effects that climate change can have on cities, the work addresses resilient urbanism as the main tool for strengthening the urban environment, more specifically, against the consequences of flooding, as this is one of the risks that causes most losses in Europe. Furthermore, this document provides studies that allow us to analyse the most recommendable strategies to successfully address the issue despite the obvious challenge involved, and to assess the importance of nature-based solutions, questioning the use of only structural systems. According to the research carried out, the main types, causes, legislation and elements that drive and/or diminish flooding in cities have been exposed, with reference parameters and three case studies (Alicante, Vitoria and Zaragoza) for the evaluation of which indicators are crucial to choose the best solutions in different situations for the implementation of control measures, adaptation and mitigation of flood disasters.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	7
Justificativa	7
Objetivos.....	9
Metodología	10
PARTE 1 – CAMBIO CLIMÁTICO Y URBANISMO RESILIENTE	13
1.1. El reto del cambio climático: sus efectos en el territorio y las ciudades	13
1.2. Conceptos y características del urbanismo resiliente.	23
1.3. Algunos ejemplos de soluciones de resiliencia urbana para combatir los efectos del cambio climático	33
PARTE 2 – EL CAMBIO CLIMÁTICO EN ESPAÑA: URBANISMO RESILIENTE FRENTE A LAS INUNDACIONES. UN ESTUDIO DE CASOS	42
2.1. Perfil climático de España.....	42
2.2. El cambio climático en España y sus principales manifestaciones .	48
2.3. El cambio climático en la legislación española y otros documentos de referencia.....	53
2.4. El caso de las inundaciones en España: uno de los principales motivos para ser resiliente	61
2.5. Mecanismos empleados para combatir las inundaciones: legislación, planificación territorial y urbana	78
2.6. Estudio de casos.....	88
2.6.1. ALICANTE	90
2.6.2. VITORIA-GASTEIZ	103
2.6.3. ZARAGOZA.....	121
2.6.4. Conclusion y comparacion	141
PARTE 3 – CONCLUSIONES Y PROPUESTA DE DIRECTRICES PARA EL IMPULSO DE LA RESILIENCIA FRENTE A LAS INUNDACIONES.....	143
REFERENCIAS.....	147

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Cambios globales en la concentración y distribución de dióxido de carbono	13
Ilustración 2 Cambio observado en la temperatura en superficie de 1901 hasta 2012	14
Ilustración 3 Cambios en la temperatura global	15
Ilustración 4 Evolución de la disminución hielo marino	16
Ilustración 5 Regiones que sufrirán con subida del nivel del mar hasta 6m	17
Ilustración 6 Cambios en la precipitación media	19
Ilustración 7 Vulnerabilidad de las 10 ciudades más pobladas del mundo.....	20
Ilustración 8 Proyectos Concurso Rebuild by Design (RBD)	35
Ilustración 9 Concurso RBD - Proyecto The BIG Team, Manhattan, NYC.....	36
Ilustración 10 Ubicación de vivienda antes y después del Huracán Ike, 2008.	37
Ilustración 11 Fases 1 2 y 3 de desarrollo del Sector Oeste de Las Olas Corridor Improvements.....	38
Ilustración 12 Sitios de investigación RESCCUE	38
Ilustración 13 diques para proteger Venecia de la subida de las mareas	39
Ilustración 14 La clase climática de Köppen-Geiger en la Península Ibérica y las Islas Baleares.....	45
Ilustración 15 Temperatura media del aire en la Península Ibérica y las Islas Baleares (1971-2000).....	46
Ilustración 16 Precipitaciones totales medias en la Península Ibérica y las Islas Baleares (1971-2000).....	47
Ilustración 17 Tipos de Suelo en España	68
Ilustración 18 Áreas con riesgo potencial significativo de inundación	69
Ilustración 19 Demarcaciones Hidrograficas	72
Ilustración 20 Acuíferos.....	73
Ilustración 21 Red de estaciones de aforo.	74
Ilustración 22 Coeficiente de caudal de los ríos principales	74
Ilustración 23 Aportaciones medias anuales de caudal.....	75
Ilustración 24 Ríos principales de España, ordenados por longitud	81
Ilustración 25 Avenida Dénia en Alicante en 14 de Marzo de 2017.	95
Ilustración 26 Envoltante de peligrosidad por Inundación en Alicante.....	96
Ilustración 27 Polideportivo arriba y la interna del depósito debajo.....	99
Ilustración 28 Parque La Marjal - Estado habitual y con el vaso lleno.....	100
Ilustración 29 Parque La Marjal.....	100
Ilustración 30 Llenado del parque La Marjal tras la lluvia del Marzo de 2017	101
Ilustración 31 Infraestructura de drenaje anterior al parque La Marjal	101
Ilustración 32 Infraestructura de drenaje incluyendo el parque La Marjal	102
Ilustración 33 Anillo verde y los parques que lo componen.....	106
Ilustración 34 Corta y relleno de un meandro del río Zadorra para realizar un centro comercial	111
Ilustración 35 Zonas de intervención: proyectos ejecutados y futuros.	112

Ilustración 36 Plan de adecuación hidráulica y restauración ambiental del río Zadorra.....	114
Ilustración 37 Plan de adecuación hidráulica y restauración ambiental del río Zadorra.....	115
Ilustración 38 Espacio natural atravesado por infraestructuras.....	117
Ilustración 39 Sección de la reforma urbana de la Avenida Gasteiz	118
Ilustración 40 Anillo Verde y zonas de intervención	119
Ilustración 41 Perfil geomorfológico característico del valle del Ebro.....	124
Ilustración 42 Infraestructura azul de Zaragoza.	127
Ilustración 43 Distribución de calados para una avenida de 500 años de periodo de retorno en el tramo medio del Ebro	129
Ilustración 44 Plan de Riberas del Ebro. Sistema de espacios (2001)	131
Ilustración 45 Plan de Riberas del Ebro. Propuesta de nodos de actividad (2001)	132
Ilustración 46 El Parque del Agua	133
Ilustración 47 Parque del Agua: modelo de compatibilidad de usos con la función hidráulica del río durante las avenidas	135
Ilustración 48 Estado preoperacional del tramo del ACTUR X Tramo del ACTUR recuperado en 2008.	137
Ilustración 49 Zona de inundación controlada. Compuertas. Pina de Ebro (izq.) y Novillas (dcha.).....	138
Ilustración 50 La Ruta de los Parques en Zaragoza.....	140

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Anomalía del promedio global de temperatura en superficie, terrestre y oceánica, combinadas.....	14
Gráfico 2 Cambio en el nivel del mar desde 1993 hasta la actualidad.....	18

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Definiciones representativas de la resistencia.....	23
Tabla 2 las superficies artificiales más damnificadas por las aguas.....	70
Tabla 3 Resumen comparativo de los estudio de caso	141

INTRODUCCIÓN

JUSTIFICATIVA

Se pueden considerar sin duda los efectos del cambio climático, uno de los desafíos o riesgos potenciales más importantes que tiene la humanidad en su conjunto. Los otros tres componentes principales son, cada cual, con su dimensión, de acuerdo con Ruigómez (2015), el hambre, una pandemia (que será una de las marcas del año 2020) y el impacto de un asteroide contra la Tierra. Él también afirma que, desde 1900 hasta la actualidad, fundamentalmente en los últimos años, se ha incrementado la frecuencia de los fenómenos extremos en forma de ciclones, tifones, sequías, lluvias torrenciales y olas de calor.

Todas las proyecciones y evaluaciones efectuadas hasta ahora sitúan geográficamente España en un área vulnerable donde los efectos del cambio climático pueden ser particularmente intensos, siendo de suma importancia la necesidad de incrementar la resiliencia en los territorios españoles.

En el campo urbanístico, la resiliencia territorial para Rodríguez (2017) significa reflejar la capacidad de prevención y adaptación de un territorio y de su población a los riesgos, catástrofes y situaciones desfavorables que soporta o puede soportar la sociedad, que sería incrementable y gestionable a través de medidas de ordenación territorial y de planificación territorial y urbana.

La noción de resiliencia está adquiriendo cada vez más importancia a través de un conjunto de literatura sobre las ciudades y el cambio climático. Aunque hay cierto desacuerdo, según Leichenko (2011), lo que es cierto es que hay un gran consenso en que las ciudades deben ser resistentes y estar preparadas para el cambio climático mientras esa resistencia sea unida a los esfuerzos para promover el desarrollo y sostenibilidad.

Las fuentes de esa investigación que están más relacionados con los aspectos urbanísticos, en general, señalan como los principales efectos del cambio climático en España la disminución del agua disponible, aumento del nivel del mar e inundaciones, incremento en la temperatura y fenómenos extremos de olas de calor. De acuerdo con ECCE (2005), esos impactos resultan en efectos muy negativos, especialmente sobre la salud, el turismo y el seguro con predominio todavía más grande de incidencia en las zonas costeras e islas españolas. Además, enfatiza que el clima del país es enormemente variado debido a su compleja topografía y situación geográfica y durante el siglo XX las temperaturas del país han aumentado con una magnitud superior a la media global.

El aumento del riesgo debido a nuevos eventos extremos implica que las medidas de mitigación y adaptación que se han reflejado en la literatura científica durante muchos años ahora deben incorporarse pronto en términos de

legislación en la planificación urbana y territorial. Además, es imprescindible tener profesionales capacitados para el cumplimiento exitoso de este trabajo, pues Sánchez (2019) también pone de manifiesto el reto que es la falta de formación por parte de los profesionales del urbanismo en la gestión de cuestiones relativas al cambio climático.

También hay muchos otros fenómenos diversos de origen "natural" y causados por el hombre que pueden influir en catástrofes sobre poblaciones y territorios. Cuando algo ocurre, son fatales las preguntas si estos fenómenos se podrían haber previsto o si los desastres podrían ser evitados. Entonces, lo que parece más lógico es que deberíamos centrarnos prioritariamente en la gestión del riesgo de desastres en lugar de la gestión de los desastres.

El Marco de Sendai añade en la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 (2015) que es urgente y fundamental prever el riesgo de desastres, planificar medidas y reducirlo para proteger de manera más eficaz a las personas, las comunidades y los países, sus medios de subsistencia, la salud, el patrimonio cultural, sus activos socioeconómicos y ecosistemas, reforzando así su resiliencia.

La mayoría de la población mundial terminará viviendo en las ciudades de acuerdo con datos de muchas investigaciones, por lo tanto, es crítico y muy urgente tener herramientas disponibles para evaluar, planificar y monitorear la resiliencia urbana de manera integral.

Las inundaciones son las principales fatalidades a la hora de buscar información sobre el calentamiento global que se relacionan y pueden ser trabajadas desde la perspectiva urbanística de manera preventiva con la planificación urbana y ordenación territorial. Así como los deslizamientos, ellas, según Robaina (2008), se asocian principalmente con el uso de la tierra por el hombre, sin que históricamente haya habido preocupación por compatibilizar el desarrollo económico y social con la conservación del medio ambiente, además, también es digno de mención que, literalmente, el tipo y las propiedades del suelo en el que se produce tal fenómeno son importantes para la comprensión de la absorción de agua.

De hecho, en los últimos años, las inundaciones han causado muchas pérdidas, tanto a las personas como a los bienes materiales, tanto a nivel mundial como en España, país que tiene el problema de las inundaciones como el principal riesgo natural. Sin embargo, más allá de las propuestas de grandes obras de infraestructura como actuación principal para la mitigación o prevención del riesgo, hay también las medidas no estructurales, es decir, la infraestructura verde, la ordenación del territorio y el planeamiento urbano, que se presentan como medidas racionales, económicas y sostenibles de reducción del peligro de muchas catástrofes, sin intervenir o agredir directamente en la naturaleza.

Con todo, la incrementación de datos más recientes con la compatibilización del planeamiento de estrategias urbanísticas y el desarrollo de tales asuntos son imprescindibles para una vigilancia adecuada de gestión

resiliente en el territorio urbano del país. Todavía, también es importante un enfoque más aproximado y detallado en esa línea de investigación (inundaciones) ya que el asunto general del cambio climático es demasiado amplio.

De hecho, también destaco mi motivación personal por el tema, que siempre ha despertado mi interés por un estudio más profundo de los desastres naturales, sus causas/efectos y la rehabilitación posterior a las catástrofes, directamente relacionado con la arquitectura y el urbanismo, área que es competente para aplicar posibles soluciones para las mejoras urbanas y arquitectónicas, haciendo una gestión adecuada del uso y de la ocupación del suelo. Y, en el futuro, quizá, enfatizo el deseo de entrar en tal investigación y desarrollarla más en una tesis doctoral.

OBJETIVOS

El objetivo principal del presente trabajo no se centrará en las catástrofes, que son muchas, sino en exponer iniciativas y medidas generales para mejorar, monitorear y disminuir los impactos negativos del calentamiento global, concretamente en España.

A través del urbanismo resiliente, la idea es que tal investigación resulte en una mayor conciencia del lector sobre tantos problemas que a veces se consideran sólo de origen natural, pero, que son impulsados y a menudo intensificados por el hombre y su mala administración o uso del espacio que habita. O incluso, la instalación de demasiada infraestructura para intentar controlar tales fenómenos, lo que a veces puede dar lugar a la proliferación de otros problemas. Es decir, un ejemplo en el caso de las inundaciones es la incorporación de diques o tuberías en zonas inundables del centro de la ciudad, que puede provocar el traslado del problema a las zonas periféricas sin la aplicación de tales medidas estructurales, además, lo que puede impulsar todavía a una catástrofe donde se ha intervenido, en casos extremos de lluvias muy intensas.

La disminución de los desastres no depende solamente de la gestión gubernamental o urbanística con alguna intervención de gran envergadura en nombre del cambio climático, sino también de que todos hagan su parte para preservar los recursos y respetar la naturaleza, así como la propia conciencia del problema. Sin embargo, debido a dimensión del tema, la escala sigue todavía siendo un poco amplia, por lo tanto, se decide profundizar las investigaciones y estudios de caso de manera específica donde se acercará a línea de las inundaciones, el cual se basa en la estimativa de un daño mundial de más de 90 mil millones de euros por año con una tendencia de que continúe

aumentando¹ principalmente por el crecimiento económico, los procesos de urbanización y el cambio climático.

Además, ese trabajo tiene por objeto cuestionar las intervenciones en que realmente vale la pena invertir, lo que en definitiva genera un resultado positivo para el medio ambiente y, por consiguiente, para las personas afectadas, en especial relacionadas con el caso de las inundaciones, que se cree que están intrínsecamente asociado con la planificación urbana, las medidas de infraestructura verdes y azules, así como la correcta aplicación de medidas estructurales cuando hay una necesidad real de aplicarlas.

Mientras tanto, también hay la intención de fortalecer al máximo la relación del fenómeno de las avenidas con el área de la arquitectura y el urbanismo, exponiendo referencias y opiniones sobre el tema para generar también más estudios relacionados con dicho problema en nuestra área, pudiendo así profundizar en ellos y aplicar medidas de control o mitigación, además de la elaboración de estrategias con más propiedad en el tema.

METODOLOGÍA

La metodología de investigación en gran parte es analítico-descriptiva y consiste en la lectura de libros, monografías, artículos, informes y legislación relacionados con los asuntos de la investigación. El trabajo fin del master se dividirá básicamente en tres partes, donde se describirán y analizarán los fundamentos de la investigación para así obtener los resultados y conclusiones.

En la primera, el estudio consiste en exponer los problemas del cambio climático de una manera más amplia, el riesgo y la vulnerabilidad en general, mostrando un poco del dilema en una escala mundial y algunas posibles medidas generales de mitigación para, adelante, en el siguiente apartado, presentar uno de los asuntos principales que abarca el trabajo: el urbanismo resiliente, sus definiciones y aspectos, las estrategias que van en contra del reto del cambio climático, así como medidas que puedan aplicarse para mejorar la calidad de vida en las ciudades. A continuación, se presentará la exposición de algunos casos como modelos por sus medidas resilientes adoptadas que han funcionado y son prometedores en nivel global, que a través de la resiliencia urbanística si han alcanzado los resultados esperados y hoy si consideran ejemplos que vale la pena mencionar.

La segunda parte se centra específicamente en España, un país que se confirma por innumerables fuentes que se verá afectado por los fenómenos derivados del cambio climático. Se expondrá la situación actual del país y sus proyecciones futuras, los principales fenómenos y las medidas vigentes en el ámbito de la arquitectura y el urbanismo para tratar de combatir el problema.

¹ Informe Población en riesgo de Inundación en España en la franja de los primeros 10Kilómetros de costa sobre los riesgos de inundación en las franjas costeras españolas, 2019.

Adelante, además de la exploración de datos y estadísticas sobre el cambio climático y los estudios relacionados con el urbanismo resiliente, como área específica del trabajo, el tema de las inundaciones se abordará dentro de la presente investigación, exponiendo la situación actual del problema en España y sus respectivos datos, así como los medios para intentar disminuir este impacto hoy en día en favor de un futuro más estabilizado a este respecto.

También se realizarán tres estudios de casos en España, enfocados en los tipos de inundaciones fluviales y pluviales. Es decir, tener también parámetros de prueba de lo que pasa en distintas ubicaciones en el país y la comparación de soluciones prometedoras adoptadas ya consolidadas que podría ser replicadas o mejoradas en otros sitios con problemas similares.

No destaco el hecho de las inundaciones causadas exclusivamente por el aumento del nivel del mar, ya que éste es uno de los muchos otros problemas generados por el calentamiento global, lo que daría lugar a la necesidad de entrar en otras innumerables cuestiones que escaparían al enfoque del caso concreto de las inundaciones.

Con todo, además de un pequeño resumen sobre las tres ciudades escogidas, las propiedades climáticas, la vegetación presente y el tipo de suelo de cada una de ellas, se abordará cómo sucede el problema de las crecidas en cada caso específico, sus causas y las principales soluciones adoptadas.

El primer caso expuesto es la ciudad de Alicante, ubicada en la costa junto al Mediterráneo, el cual sufre con el problema de las fuertes lluvias torrenciales, donde en pocos minutos se ve grandemente afectada por la gran cantidad de precipitaciones y que viene muchas veces de manera inesperada. La mensurable medida adoptada por la ciudad frente a las avenidas fue el Parque La Marjal, diseñado para recoger el agua de las riadas otoñales típicas de Alicante, y lo más interesante de esa iniciativa es que además de unir las funciones paisajísticas, estéticas y recreativas, soluciona un problema de la zona, siendo una referencia de parque en muchos sentidos.

El siguiente estudio de caso es Vitoria-Gasteiz, una pequeña ciudad del interior, situada en el norte del país y elegida por tener varios ríos pequeños en su entorno urbano (si se compara con el siguiente ejemplo que será el Ebro, uno de los ríos más grandes de España). La ciudad tiene una configuración compuesta por un anillo verde a su alrededor y también posee una forma innovadora de organizar el espacio periurbano y, en general, todo su territorio, que poco a poco incorporó una buena planificación fluvial junto con su propia infraestructura verde. Se han propuesto varias intervenciones como la adecuación hidráulica y restauración ambiental del río Zadorra, derivación de los ríos Santo Tomás y Errekaleor al río Zadorra, Derivación del río Olaizu al río Errekaleor, Reforma urbana de la Av. Gasteiz, Regulación de los caudales de los ríos Ali, Eskibel, Batán, Zapardiel que, en general, mezclan el uso de medidas infraestructurales con soluciones basadas en la naturaleza a través del paso por la ciudad para mejorar el problema de las inundaciones, que fueron causadas en

partes por las medidas de canalización de los ríos, que no sólo no resolvieron el problema, sino que lo intensificaron.

Por fin, el tercer y último correlato del presente trabajo es Zaragoza, una ciudad grande también del interior, ubicada en el noreste de España, con una situación distinta de la que fue expuesto arriba, pues en su paso hay un de los ríos más grandes de la península ibérica, el Ebro. A partir de 1990, Zaragoza ha replanteado su relación con el río, invirtiendo cada vez más en la infraestructura verde, en especial, impulsado por la Expo 2008 y la realización del proyecto de la Recuperación De Las Riberas Del Ebro, que se debe tener en cuenta la gran transformación lograda donde había un lugar sucio, abandonado, pero, con un potencial enorme, que fue convertido en un sitio de gran calidad ambiental y urbanística, resaltando las transiciones entre los paisajes naturales, rurales y urbanos, todavía, en conjunto con las infraestructuras verdes donde actualmente es ocupado por personas de toda condición social, edad o nivel económico.

Tras los estudios de caso, en la tercera y última parte del trabajo, se presentarán los resultados de la investigación y las conclusiones, con la elaboración de algunas directrices basada en los estudios desarrollados en esa investigación para la implementación de acciones de prevención de riesgos y la gestión o control de los desastres relacionados principalmente con el caso de las inundaciones y los desafíos frente al estado actual del problema en España para así consolidar el trabajo fin de master.

PARTE 1 - CAMBIO CLIMÁTICO Y URBANISMO RESILIENTE

1.1. EL RETO DEL CAMBIO CLIMÁTICO: SUS EFECTOS EN EL TERRITORIO Y LAS CIUDADES

En la actualidad existe un consenso casi generalizado de que nuestro modo de producción y consumo energético está generando una alteración climática global, que provocará, por su vez, serios impactos tanto sobre la tierra como sobre los sistemas socioeconómicos. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) denomina cambio climático como la variación global del clima de la Tierra debido a causas naturales, pero, principalmente, a la acción humana y el 5º Informe de Evaluación del Cambio Climático del IPCC (AR5, 2014), concluye que existe una probabilidad superior al 95% de que más del 50% del calentamiento producido en la Tierra sea debida a causas antropogénicas². Dicha probabilidad fue estimada en más del 90% por el 4º Informe de Evaluación, publicado en 2007.

Eso puede ser traducir en quema de combustibles fósiles, pérdida de bosques y otras actividades producidas en el ámbito industrial, agrícola y transporte, entre otros, como consecuencia de una retención del calor del Sol en la atmósfera, más conocido como "efecto invernadero". Entre los gases que producen dicho efecto, se encuentran el dióxido de carbono, el óxido nitroso y el metano como principales. En la ilustración abajo, se muestra los cambios globales en la concentración y distribución de dióxido de carbono en un rango de altitud de 1.9 a 8 millas. Las regiones de amarillo a rojo indican concentraciones más altas de CO₂, mientras que las áreas de azul a verde indican concentraciones más bajas, medidas en partes por millón.

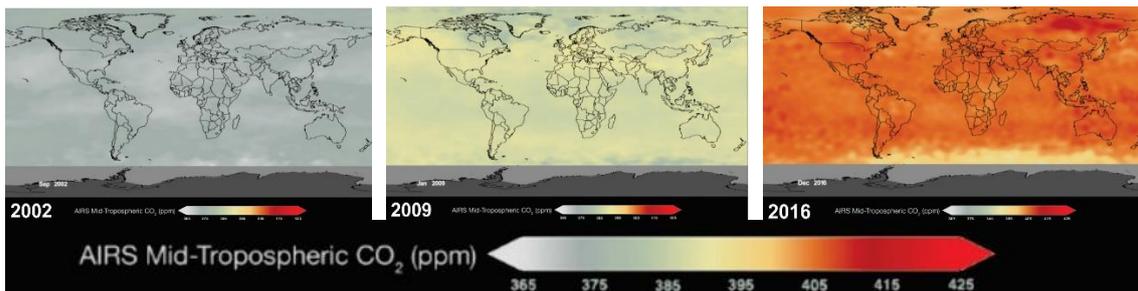


Ilustración 1 Cambios globales en la concentración y distribución de dióxido de carbono
Fuente: Nasa, 2020.

Dentro de las consecuencias en curso que han originado el calentamiento global, están también el aumento de la temperatura media, modificación de los patrones de lluvia, alza del nivel del mar, reducción de la superficie cubierta por nieves y glaciares, tormentas, sequías, y muchos otros fenómenos, los cuales, a

² Los derivados de las actividades humanas, en contraposición a los que se producen en entornos naturales sin influencia humana.

continuación, se abordarán un poco sobre las consecuencias más notables hoy en día, sus datos y proyecciones futuras.

Las informaciones de la temperatura de la superficie terrestre y oceánica, combinados y promediados globalmente, de acuerdo con el IPCC (AR5, 2014), muestran durante el período 1880 hasta 2012 un calentamiento de 0,85 [0,65 a 1,06] °C. Adelante hay la combinación del promedio global de temperatura en superficie, terrestre y oceánica.

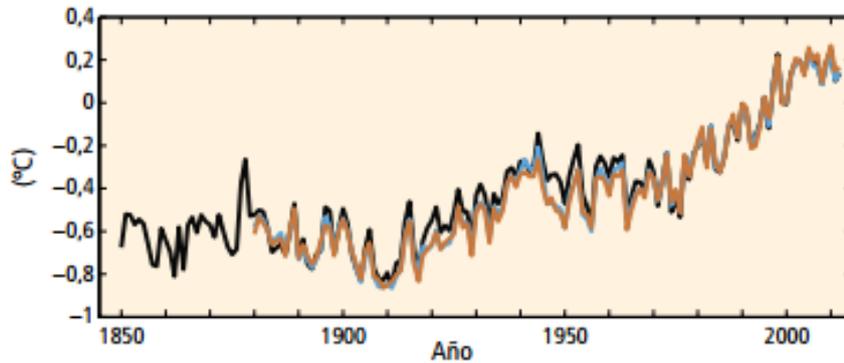


Gráfico 1 Anomalía del promedio global de temperatura en superficie, terrestre y oceánica, combinadas

Fuente: AR5, IPCC, 2014.

Abajo tenemos ejemplificado anomalías en la temperatura, así como sus variaciones de cambios observados en la propia temperatura de la superficie, del año de 1901 hasta 2012, resultando en una gran masa de colores que representan el incremento del calentamiento en todo el globo.

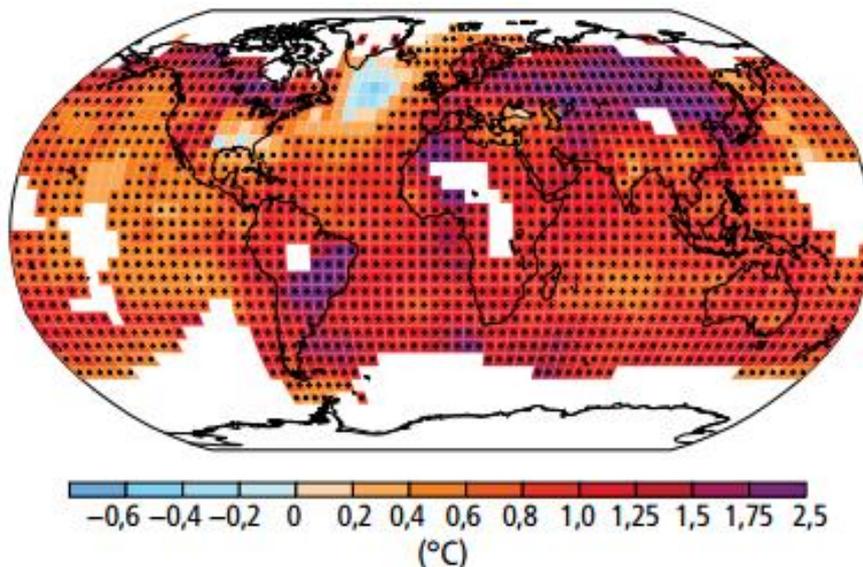


Ilustración 2 Cambio observado en la temperatura en superficie de 1901 hasta 2012

Fuente: AR5, IPCC, 2014.

En la ilustración codificada por colores del siguiente mapa muestra una progresión de cambios en las temperaturas globales de la superficie en 1884, 1950 y 2019, según NASA (2020). El azul oscuro indica áreas más frías que el promedio. El rojo oscuro indica áreas más cálidas que el promedio. O sea, los

cambios son notables, así como en el ejemplo anterior, donde el calentamiento se hace presente otra vez en gran medida.

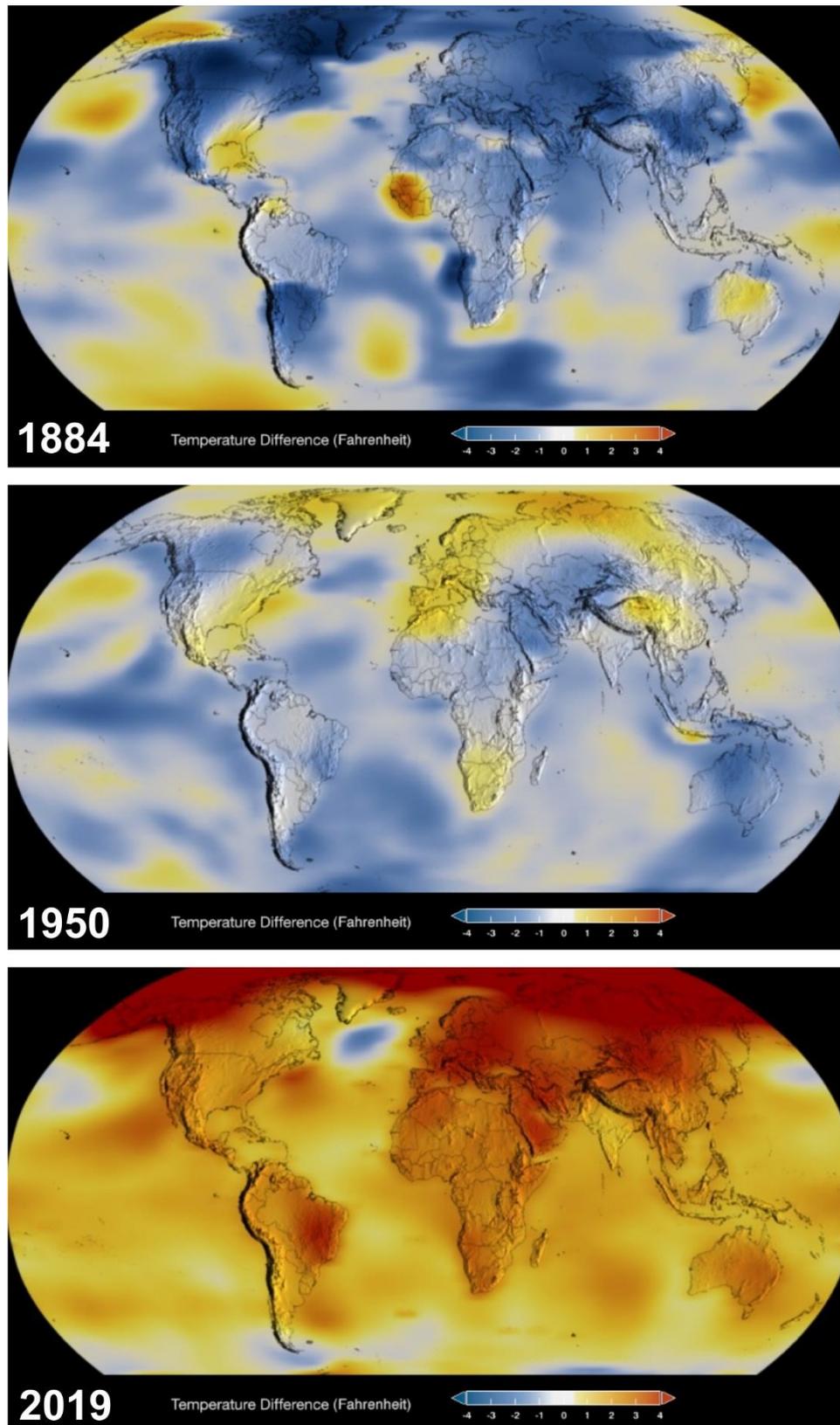


Ilustración 3 Cambios en la temperatura global
Fuente: NASA, 2020.

Es muy probable que la temperatura global en superficie para el final del siglo XXI sea superior en 1,5 °C y haya olas de calor con mayor frecuencia y más duraderas. Es prácticamente seguro que se produzcan temperaturas extremas calientes más frecuentes y frías menos frecuentes en la mayoría de las zonas continentales. Además, podemos notar que las zonas que más han tenido variación fueran más al norte, lo que es, todavía, peor, ya que son ahí que están las principales zonas de heleras.

Mientras tanto, los puntos más negativos de las perspectivas climáticas son necesariamente una junción de la creciente incidencia local interrelacionada con el calentamiento global de los fenómenos de degradación ambiental por el deterioro de la calidad del aire, el suelo y el agua. Ese proceso se está agudizando y muchos científicos consideran imposible evitar un incremento de temperatura global superior a los 2°C, no ya para el año 2100, sino para el 2050. Para conseguir bajar el incremento de 2°C en 2100 con una probabilidad del 50%, sería necesario reducir las emisiones en 2050 en un 40% con respecto a 2010 y conseguir unas emisiones nulas para finales de este siglo, que es bastante difícil en un mundo cada vez más globalizado.

Es muy probable que la superficie media anual del hielo marino del Ártico haya disminuido durante el período 1979-2012 en un rango del 3,5% al 4,1% por decenio. Al final de cada verano, la capa de hielo marino alcanza su extensión mínima, dejando lo que se llama la capa de hielo perenne. El área del hielo perenne ha estado disminuyendo constantemente desde que comenzó el registro satelital en 1979, como podemos ver en la ilustración abajo.



Ilustración 4 Evolución de la disminución hielo marino

Fuente: NASA, 2020.

La NASA (2020) también ha detectado un adelgazamiento de partes de la capa de hielo de Groenlandia en elevaciones más bajas. Una fusión parcial de esta capa de hielo provocaría un aumento del nivel del mar en 1 metro y si se derrite por completo contiene suficiente agua para elevar el nivel del mar en 5-7 metros. Las ilustraciones en continuación muestran en rojo la tierra que estaría cubierta de agua en las principales regiones costeras que sufrirán con la subida del nivel del mar hasta 6 metros.

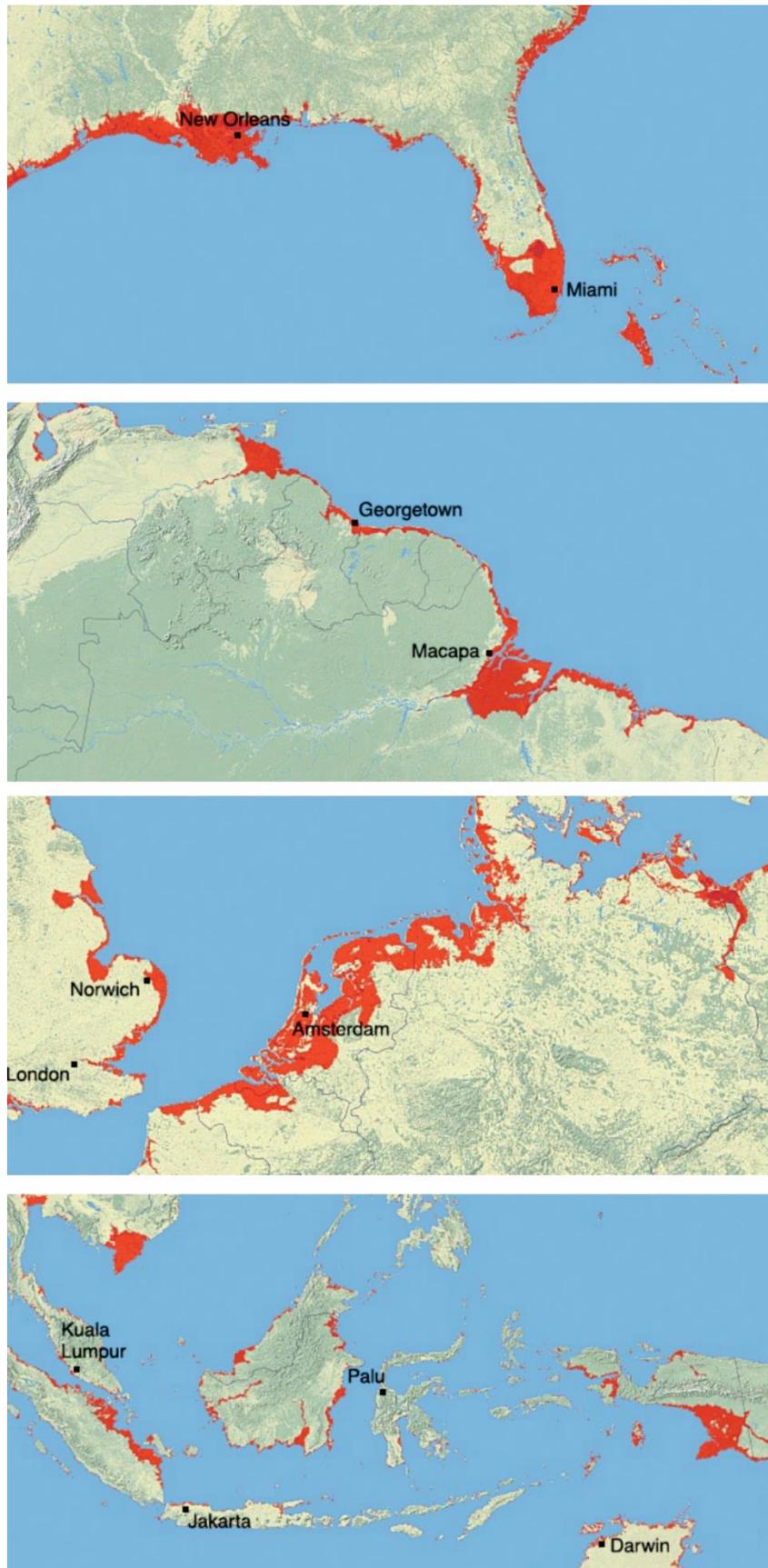


Ilustración 5 Regiones costeras que sufrirán con la subida del nivel del mar hasta 6 metros

Fuente: NASA, 2020.

La influencia del deshielo de los glaciares es bastante clara con relación en el aumento del nivel del mar, el cual, tuvo su nivel medio global elevado en 0,19m [0,17 a 0,21] de 1901 hasta 2010, y desde mediados del siglo XIX, el ritmo de la elevación ha sido superior a la media de los dos milenios anteriores, de acuerdo con el IPCC (AR5 2014). Otro factor que vale la pena mencionar es que alrededor del 93% del exceso de calor producido por los gases de efecto invernadero han sido absorbido por los océanos y eso colabora también para el volumen del mar subir, así como la expansión térmica, los cambios en el almacenamiento de agua en la tierra (por ejemplo, retención de agua en presas artificiales y extracción de agua de acuíferos) y los cambios consiguientes en el clima global según Sea Level, Waves & Coastal Extremes (CSIRO).

El fenómeno del aumento del nivel del mar contribuye a la erosión costera y la inundación de las regiones costeras bajas, particularmente durante eventos extremos del nivel del mar. También conduce a la intrusión de agua salada en acuíferos, deltas y estuarios. Estos cambios impactan en los ecosistemas costeros, los recursos hídricos y los asentamientos y actividades humanos. Las regiones con mayor riesgo incluyen regiones deltaicas muy pobladas, pequeñas islas y costas arenosas respaldadas por importantes desarrollos costeros. Adelante, el gráfico rastrea el cambio en el nivel del mar desde 1993 según NASA (2020), observado por los satélites.

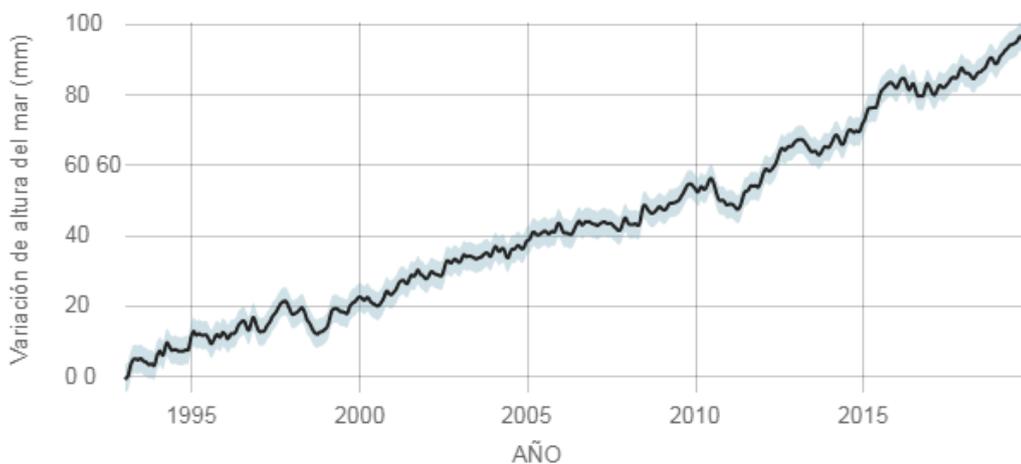


Gráfico 2 Cambio en el nivel del mar desde 1993 hasta la actualidad

Fuente: NASA, 2020.

También es muy probable que sean más intensos y frecuentes los episodios de precipitación extrema en la mayoría de zonas ubicadas en latitud media y en regiones tropicales húmedas, así como haya aumentado el número de sucesos de precipitaciones intensas en más regiones en las que haya disminuido con una tendencia creciente en las precipitaciones y caudales extremos que en algunas captaciones conlleva mayores riesgos de inundación a escala regional. Un ejemplo de ese fenómeno es lo que ocurre en la ciudad de Alicante, en España, que más adelante será desarrollado en uno de los estudios de casos.

El nivel de confianza en los cambios de las precipitaciones promediadas sobre las zonas terrestres a escala mundial desde 1901 es bajo, antes de 1951, y medio, a partir de ese año. En promedio, sobre las zonas continentales de latitudes medias del hemisferio norte, es probable que las precipitaciones hayan aumentado desde 1901. En otras latitudes, existe un nivel de confianza bajo en las tendencias positivas o negativas a largo plazo promediadas por zonas, como podemos observar abajo en la ilustración de los cambios en la precipitación media embazada en los datos proporcionado por el IPCC (AR5 2014).

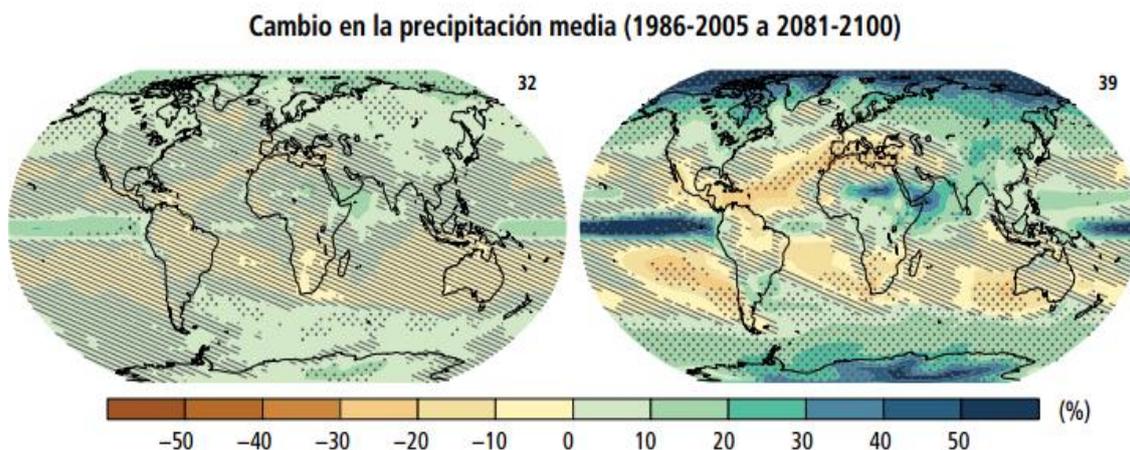


Ilustración 6 Cambios en la precipitación media

Fuente: AR5, IPCC, 2014.

Las proyecciones sobre las lluvias se incrementarán en altas latitudes y en algunas zonas tropicales, mientras que, en las zonas semiáridas del planeta, como el oeste de los Estados Unidos, norte de China o la cuenca mediterránea, los recursos renovables de aguas superficiales y aguas subterránea se reducirán con carácter global, según Font (2018).

En relación con el medio urbano, el cambio climático y los fenómenos meteorológicos extremos, tienden a aumentar la exposición de las ciudades, amenazas y riesgos, especialmente en un panorama donde, según datos de las Naciones Unidas, 54% de la población mundial hoy vive en ciudades y la previsión para 2050 es que aumente al 66%³.

Las ciudades enfrentan constantemente a diferentes impactos del cambio climático, pues cada sitio y contexto urbano se ve afectado de manera diferente. En los últimos 40 años, la población mundial ha aumentado en un 87% y la proporción de la población que vive en cuencas fluviales sujetas a inundaciones ha aumentado en un 114% y la de las personas situadas en la costa que están expuestas a los ciclones en casi un 200%. La mayor parte de este aumento se produjo en países de ingresos bajos y medios-bajos, sin embargo, 8 de las 10

³ Naciones Unidas, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de Población (2014) - World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights (ST / ESA / SER.A / 352)

ciudades más pobladas del mundo son vulnerables a los terremotos, y 6 de las 10 están en riesgo de inundaciones, marejadas ciclónicas y tsunamis⁴.

Riesgo de desastre							
Ciudad	Población	Terremoto	Volcán	Tormenta	Tornado	Inundación	Marea de tempestad
	(millones)						
Tokyo	35,2	x		x	x	x	x
Ciudad de México	19,4	x	x	x			
Nueva York	18,7	x		x			x
São Paulo	18,3			x		x	
Bombay	18,2	x		x		x	x
Delhi	15,0	x		x		x	
Shangai	14,5	x		x		x	x
Calcuta	14,3	x		x	x	x	x
Yakarta	13,2	x				x	
Buenos Aires	12,6			x		x	x

Ilustración 7 Vulnerabilidad de las 10 ciudades más pobladas del mundo

Fuente: Informe anual del world watch institute sobre el progreso hacia una sociedad sostenible, 2007.

Cuando la apropiación del relevo en las zonas urbanas se produce sin criterio, Robaina (2008) cree que puede desencadenar circunstancias perjudiciales para la sociedad, estableciendo zonas de riesgos. El riesgo se define como la probabilidad de que ocurra algún daño a una población, es una condición potencial para que ocurra un accidente, causado por fenómenos naturales, éstos que forman parte de la dinámica natural del Planeta y se denominan procesos naturales.

Para evaluar el riesgo CIPPEC (2016) destaca que habrá también que considerar la exposición, dada por la presencia de personas, medios de subsistencia, ecosistemas, funciones, servicios y recursos ambientales, infraestructura, o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente.

Cuando los procesos naturales se producen en zonas densamente pobladas (especialmente en las zonas urbanas) pueden tener consecuencias económicas y sociales de gran envergadura. No obstante, las prácticas habituales de desarrollo también pueden generar un complejo cambio ambiental que contribuya al aumento del riesgo, porque para comprender que el desastre "no es natural" es importante considerar qué influye los acontecimientos.

Cerri (1999) también está de acuerdo con eso, pues para él, esos acontecimientos son denominados desastres naturales, ya que están

⁴ Contribución a la Campaña Mundial de Desarrollo de Ciudades Resistentes de las Naciones Unidas 2010-2015

relacionados con la manifestación de la naturaleza, aunque los procesos ocurren independientemente de la presencia del Hombre, la acción humana puede inducir, intensificar y acelerar la ocurrencia de muchos de ellos, en especial los que son asociados a la dinámica superficial como las inundaciones, deslizamientos, erosiones y especialmente debido a los cambios ambientales causados por la acción del Hombre.

También puede verse influido por otros factores no naturales producidos por el ser humano, el aumento de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera, debido a la quema de combustibles fósiles por combustión de los automóviles, deforestación, metano de los residuos sólidos que desechamos, ganadería, entre otros.

De hecho, problemas de la misma naturaleza y dimensión afectan de manera muy distinta las zonas de ocupación precaria, desorganizadas, espacialmente implantadas de manera técnico-constructiva inadecuada o con insuficiente infraestructura urbana. Además, Robaina (2008) afirma que el engrosamiento de la ocupación acaba contribuyendo a un aumento de las consecuencias sociales y económicas de los desastres naturales, y cuando las posibles consecuencias de un accidente son mayores, el riesgo también aumenta.

Cuando se analizan los registros mundiales de desastres naturales, se da cuenta de que la vulnerabilidad de una región a esos riesgos depende de varios factores y ciertamente está influenciada por la magnitud del fenómeno, pero se observa también la relación proporcionalmente opuesta que, cuanto menos desarrollado sea el sitio en que se produce el evento, mayor será el daño.

La Contribución a la Campaña Mundial de Desarrollo de Ciudades Resistentes de las Naciones Unidas 2010-2015 señala los principales factores responsables cuando el tema son los riesgos y estos son:

- El crecimiento de la población urbana
- La puesta en común de los recursos
- Debilitamiento de la gobernanza e insuficiente participación de los interesados locales en la planificación y la gestión urbanas.
- Gestión de los recursos hídricos
- El declive del ecosistema
- Infraestructura insegura y normas de construcción
- Servicios de emergencia no coordinados con el cambio climático

Embazado en los estudios de Mattedi y Butzke (2001), las personas que viven en zonas de riesgo perciben los acontecimientos como una amenaza, pero, no suelen atribuir sus repercusiones a factores sociales. Esto es común con las inundaciones, porque, aunque habitan zonas inundables, atribuyen la inundación de sus viviendas a la fuerza de la naturaleza y no a la forma inadecuada de ocupación del espacio.

No obstante, las situaciones que se presentan en el contexto posterior a un desastre, según Robaina (2008), pueden entenderse como una extensión de las condiciones sociales vigentes en la fase anterior al desastre, es decir, en definitiva, un desastre expresa la materialización de la vulnerabilidad social y, por consiguiente, el aumento de los desastres en el medio urbano, que está estrechamente relacionado con el creciente proceso de subdesarrollo y marginación social.

Sequías, olas de calor, elevación del nivel del mar, temporales, inundaciones y otros tipos de riesgos son procesos cuyas consecuencias ha de soportar inevitablemente la sociedad, pero sus costes pueden minimizarse con una adecuada planificación territorial y gestión de riesgos por parte de las administraciones públicas, las cuales, deberían desarrollar un buen trabajo para que los efectos negativos del proceso del calentamiento global dañen las zonas urbanas lo menos posible y las catástrofes no vuelven a golpear tan fuerte a la población.

De hecho, la conclusión preliminar de tales problemas de tamaño complejidad puede resumirse a una clasificación que, por supuesto, son fenómenos de carácter global y presentan, por ende, efectos significativos, crecientes y, en muchos casos, irreversibles. El cambio climático interfiere de manera decisiva no sólo en elementos intangibles como la calidad del aire o la temperatura ambiente, sino que, de forma drástica, sus efectos son claramente palpables en el ámbito espacial, modificando la fisonomía urbana, territorial y a menudo, la vida de muchas personas afectadas por sus consecuencias alrededor del mundo.

1.2. CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS DEL URBANISMO RESILIENTE.

El concepto resiliencia, según CIPPEC (2016), surge del campo de la física y hace referencia a la capacidad que tienen los cuerpos para volver a su forma original luego después de haber sufrido deformaciones producto de la fuerza. La palabra también es sinónimo de fortaleza, invulnerabilidad, resistencia y tiene varios significados en otros ámbitos como en la ecología, la psicología, la gestión, los sistemas tecnológicos, la cultura emprendedora, derecho y sociología, entre otros. Por eso, El proyecto RESCCUE cree que resiliencia es un concepto de moda, pues sus orígenes estaban relacionados con la ciencia y ahora se aplica a casi todos los aspectos de la vida, incluyendo el hábitat humano.

Autor, año	Nivel de análisis	Definición de Resiliencia
Gordon, 1978	Físico	La capacidad de almacenar energía de deformación y de desviarse elásticamente bajo una carga sin romperse o deformarse.
Bodin, 2004	Físico	La velocidad con la que un sistema vuelve al equilibrio después de un desplazamiento, independientemente de cuántas oscilaciones se requieran.
Holling, 1973	Sistemas Ecológicos	La persistencia de las relaciones dentro de un sistema; una medida de la capacidad de los sistemas para absorber los cambios en las variables de estado, las variables de dirección y los parámetros, y que aún persisten
Klein, 2003	Sistemas Ecológicos	La capacidad de un sistema que ha sufrido estrés para recuperarse y volver a su estado original; más precisamente (i) la cantidad de perturbación que un sistema puede absorber y permanecer en el mismo estado o dominio de atracción) el grado en que el sistema es capaz de auto organizarse
Adger, 2000	Social	La capacidad de las comunidades para resistir a las perturbaciones externas a su infraestructura social.
Bruneau et al., 2003	Social	La capacidad de las unidades sociales para mitigar los peligros, contener los efectos de desastres cuando ocurren y realizan actividades de recuperación de manera para reducir al mínimo los trastornos sociales y mitigar los efectos de futuros terremotos.
Godschalk, 2003	Ciudad	Una red sostenible de sistemas físicos y comunidades humanas, capaz de manejar eventos extremos; durante el desastre, ambos deben ser capaces de sobrevivir y funcionar bajo un estrés extremo.
Paton, 2000	Comunidad	La capacidad de recuperar y utilizar eficazmente los recursos físicos y económicos para ayudar a la recuperación de la exposición a los peligros
Coles, 2004	Comunidad	Capacidades, destrezas y conocimientos de una comunidad que le permitan participar plenamente en la recuperación de desastres.
Masten, 1990	Individual	El proceso, la capacidad o el resultado de una adaptación exitosa a pesar de las circunstancias desafiantes o amenazantes.
Butler, 2007	Individual	Buena adaptación en circunstancias atenuantes; una trayectoria de recuperación que vuelve al funcionamiento basal después de un desafío.

Tabla 1 Definiciones representativas de la resistencia

Fuente: Modificado de Pastorelli, 2018.

Para Méndez (2011), resiliencia es algo más que resistencia, pues supone reconstruir el rumbo a partir de una ruptura sin la pretensión de mantener todo igual o recuperar una supuesta estabilidad perdida, sino que la adaptación positiva a las nuevas condiciones implicando necesariamente en un proceso de aprendizaje junto a cierto grado de adaptabilidad y, en consecuencia, de transformación.

El IPCC (2014) define a la resiliencia como la capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un suceso, tendencia o perturbación respondiendo o reorganizándose de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación.

La resiliencia urbana es entendida por CIPPEC (2016) como la capacidad para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de efectos de manera oportuna y eficaz en cada sistema, comunidad o sociedad expuestos a algún peligro, lo que también incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas ya que todos los asentamientos humanos sufren impactos diariamente. Los más comunes pueden ser el suministro de agua o electricidad, huelgas, interrupciones del servicio o mantenimientos. En una proporción más grande, hay las crisis o desastres como inundaciones y tormentas. Tales repercusiones dependen de la preparación de la ciudad y la forma en que los ciudadanos perciben y reaccionan a esos impactos, pues estos factores son extremadamente variables y dependen de valores muy diferentes.

Los sistemas urbanos y las circunscripciones urbanas deben ser capaces de recuperarse rápidamente de las perturbaciones y tensiones relacionadas con el clima. Hay un conjunto cada vez mayor de estudios que exploran la capacidad de recuperación, donde normalmente están relacionadas con otros conceptos clave que aparecen en la literatura del cambio climático, entre ellos, se destacan la vulnerabilidad, la sostenibilidad, la adaptación y la transición. Mientras la resiliencia urbana se refiere generalmente a la capacidad de una ciudad o sistema urbano para soportar una amplia gama de choques y tensiones, el cambio climático se entiende como una de las muchas tensiones a las que se enfrentan las ciudades.

Las ciudades están tomando medidas para ser más resistentes y mantenerse funcionales durante posibles crisis. Por lo tanto, necesitan un conocimiento de sus sistemas para prepararse, necesitan un diagnóstico a partir del cual se toman las decisiones apropiadas para restaurar las operaciones y si se hiciera de manera intersectorial y coordinada, esto permitiría la optimización de los recursos, lo que generaría un ahorro económico.

Al analizar la expansión de las economías mundiales en el período de posguerra y sus consecuencias para el medio ambiente, se puede decir que el acelerado proceso de urbanización, que se produjo de manera desordenada, fue uno de los principales responsables del aumento de los impactos ambientales y de la intensificación de los problemas socio espaciales.

No obstante, existe un creciente interés en comprender los costos del cambio climático para las ciudades, así como los costos asociados a hacer que las ciudades sean resistentes al clima. El proyecto RESCCUE afirma que es importante tener en cuenta que, por cada dólar invertido en preparación para desastres, se ahorran entre cinco y diez dólares en pérdidas económicas.

El Marco de Sendai acrecienta en la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 (2015) que los países en desarrollo merecen particular atención en vista de sus mayores niveles de vulnerabilidad y riesgo, que a menudo superan con creces su capacidad para responder y recuperarse de los desastres, requiriendo el fortalecimiento urgente de la cooperación internacional y la creación de alianzas auténticas y duraderas en los planos regional e internacional.

Las fuentes, en general, sugieren cautela a la hora de poner en marcha programas de arriba abajo, principalmente en los países de ingresos bajos y medios que necesitan contar con fuentes internacionales, a fin de asegurar que los incentivos financieros externos promuevan la capacidad de recuperación, no debilitando la autosuficiencia de las comunidades locales. La capacidad de pago de la resiliencia varía mucho entre las ciudades, al igual que la capacidad de ejecución, según Leichenko (2011), pues no es simplemente una función de ingresos, sino también de las estructuras e instituciones de gobernanza urbana.

Lamentablemente, las pérdidas económicas suelen ir precedidas de alguna crisis que ha tenido un impacto significativo. Cuando esto sucede, las ciudades se dan cuenta de que son vulnerables y necesitan mejorar su capacidad para actuar: preparándose, siendo proactivas, determinando cómo enfrentar las crisis potenciales antes de que ocurran, evaluando varios escenarios y fallas, reuniendo a todos los actores relevantes y coordinándolos, incluido la sociedad civil. Pero, el proceso no se detiene allí, la resiliencia urbana es un proceso dinámico que requiere una revisión y actualización constantes del estado de la ciudad.

La evolución de una ciudad tiene varios aspectos muy diferenciados unos de otros, requiriendo cada uno de ellos una aproximación específica. La creciente complejidad y especialización de las ciudades las hace cada vez más frágiles y dependientes de más factores, por supuesto, uno de los aspectos a considerar debe ser la mayor frecuencia de los fenómenos extremos que trae consigo el calentamiento global, y sus consecuencias muy negativas.

El rápido crecimiento demográfico, los grandes cambios ambientales y la creciente agrupación de la población en los centros urbanos dan lugar a una mayor complejidad e incertidumbre en las ciudades, lo que influye en la escala de riesgo que están sujetas, además de que también hay muchas estrategias de adaptación implementadas que aparentemente ayudó a aumentar la resistencia a corto plazo, o incluso dentro de unas pocas generaciones, pero, llevó a serias erosiones de la resistencia a largo plazo, dando lugar al colapso de sistemas ambientales y sociales, según Pastorelli (2018). A partir de este argumento, se

puede concluir que la resistencia es mucho más que "adaptarse", y que, si se traduce en el marco urbano, de acuerdo con Redman y Kizing, (2003), aumenta la complejidad y, por lo tanto, puede ser objeto de una posible interpretación errónea.

Leichenko (2011) clasifica a grandes rasgos cuatro categorías en diferentes facetas de la resiliencia urbana y se centra en diferentes componentes de las ciudades y los sistemas urbanos, identificando un conjunto de temas intersectoriales y nuevas cuestiones para el futuro estudio de la resiliencia urbana relacionada al cambio climático, los cuales son:

Resiliencia ecológica urbana: basada en la resiliencia de los ecosistemas; capacidad de una ciudad de absorber las perturbaciones conservando al mismo tiempo la identidad, la estructura y los procesos clave, haciendo hincapié en las no linealidades y las capacidades de auto organización de los sistemas ecológicos y acoplados entre el hombre y el medio ambiente; los eventos climáticos extremos y los cambios climáticos graduales son considerados choques que afectan las ciudades y las redes urbanas, las cuales deben aprovechar su potencial de innovación para soportar esos problemas y sostener los servicios de los ecosistemas.

Peligros urbanos y reducción del riesgo de desastres: se centra en el aumento de la capacidad de ciudades, sistemas de infraestructura, poblaciones urbanas y comunidades para recuperarse eficazmente de los peligros naturales y los que son creados por el hombre. El cambio climático es considerado como una de las muchas amenazas y los estudios recientes identifican mecanismos y estrategias para aumentar la resistencia a los peligros de pobres comunidades urbanas en ciudades del mundo en desarrollo; cuantificación de la resistencia frente a peligros; evaluación de la resistencia de los sistemas de infraestructura y los entornos urbanos construidos; investigación de cómo se recuperan las ciudades después de un desastre; desarrollo de modelos de resistencia de comunidades basados en indicadores de variaciones en la resistencia de ciudades dentro de regiones específicas basadas en las características de hogares.

Resistencia de las economías urbanas y regionales: arraigada en la geografía económica y la planificación urbana y regional, aplica ideas y terminología de la teoría de la resistencia ecológica, como la complejidad, la diversidad y los sistemas auto organizados, para estudiar la evolución de los sistemas económicos e industriales urbanos y regionales. Hace hincapié en que el cambio climático es uno de los muchos tipos de crisis y subraya que las economías urbanas y regionales enfrentan. Examinan los vínculos entre la diversidad, la volatilidad, el crecimiento de las economías urbanas y regionales, entre la resistencia y el crecimiento y/o el declive a largo plazo de las ciudades y regiones, se identifican factores que explican por qué la capacidad de recuperación es desigual entre lugares y localidades. El énfasis en la relación entre la capacidad de recuperación y la desigualdad geográfica plantea

importantes cuestiones sobre el papel del poder y la política para influir en las trayectorias del desarrollo y de las trayectorias de los diferentes lugares.

Gobernanza e instituciones: la forma en que los diferentes tipos de arreglos institucionales afectan a la capacidad de recuperación de los entornos locales y en que el pensamiento sobre la capacidad de recuperación puede influir en la elaboración de mejores mecanismos de gobernanza para promover la adaptación al cambio climático, como los nuevos tipos de contratos sociales y los esfuerzos de adaptación basados en la comunidad. Se consideró como la gestión adaptativa puede utilizarse para promover la sostenibilidad en las zonas costeras altamente desarrolladas y qué características de la gobernanza urbana pueden aumentar la resiliencia climática y al mismo tiempo reducir la vulnerabilidad de los ciudadanos urbanos que corren mayor riesgo de sufrir perturbaciones relacionados con el clima. Poli centrismo, transparencia y rendición de cuentas, flexibilidad e inclusión, la literatura de gobernanza aboga por una diversidad de enfoques, sugiriendo que los acuerdos institucionales eficaces requieren muchos formularios.

Sin embargo, el crecimiento constante del riesgo de desastres, incluido el aumento de exposición de personas y bienes, combinado con enseñanzas de los desastres pasados, pone de manifiesto la necesidad de fortalecer aún más la preparación y adaptación de medidas con anticipación a esos tipos de acontecimientos, asegurando también la capacidad suficiente para una respuesta y recuperación eficaces a todos los niveles.

Las fases de recuperación, rehabilitación y reconstrucción del desastre, son una oportunidad fundamental para reconstruir mejor mediante a la integración de la reducción del riesgo de desastres en las medidas de desarrollo, haciendo con que las naciones y las comunidades sean resilientes frente a los desastres. El Marco de Sendai acrecienta todavía en la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 (2015) las cuatro prioridades principales establecidas para la Reducción del Riesgo en ese ámbito, que son:

- Comprender el riesgo de desastres en todas sus dimensiones: exposición, vulnerabilidad y características de las amenazas.
- Fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionar dicho riesgo.
- Invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia.
- Aumentar la preparación para casos de desastre a fin de dar una respuesta eficaz y reconstruir mejor.

Con eso, es vital la adopción de medidas en distintos campos de intervención hasta mismo en la integración social que disminuya la afección de los desastres en las familias más vulnerables, de acuerdo con Rodríguez (2017), las cuales, son las primeras residencias en áreas inundables o afectas a temporales, áreas de sequías, incendios, sismos u otro tipo de riesgos resaltado en un inciden de porcentaje muy elevado sobre familias de menores recursos que la media, cuya resiliencia a los desastres es más reducida aún. Todavía

según él, la realidad debería ser que, no sólo seguimos con viviendas en áreas inundables, sino, que sea prohibido construir más; no sólo tenemos temporales costeros que afectan a propiedades situadas inapropiadas en las costas, sino, que se aprueban una reforma de Leyes que incrementan sustancialmente los riesgos contra la población.

De hecho, la resiliencia y la reducción de los riesgos de desastre deberían formar parte de las estrategias para lograr el desarrollo sostenible, pero, según Rodríguez (2017), las soluciones para incrementar la resiliencia son complejas, especialmente en zonas densamente urbanizadas donde las medidas estructurales son inviables o requieren obras de gran magnitud y muy elevado coste económico y social. Adicionalmente, Robaina (2008) considera que el crecimiento de las grandes ciudades, particularmente en los países en desarrollo, va acompañado de un aumento de la pobreza urbana. Esto puede observarse en las ciudades brasileñas, por ejemplo, donde las clases sociales de bajos ingresos ocupan en gran medida zonas de laderas y riberas de los ríos, lo que las hace vulnerables a los fenómenos naturales de alta intensidad.

La ampliación de las ciudades en los países subdesarrollados suele estar constituida por el avance de la ocupación de zonas geomorfológicamente vulnerables por poblaciones de bajos ingresos, en las que los desastres naturales intensifican y caracterizan un fenómeno urbano. Las ocupaciones en pendiente tienen una asociación significativa con las concepciones urbanas que sustentaron el crecimiento de las ciudades desde mediados del siglo XIX en adelante. La Revolución Industrial en Europa generó un impresionante crecimiento de las ciudades, donde proliferaron las situaciones críticas de saneamiento, y con el desarrollo tecnológico, las cuestas dejaron de ser zonas privilegiadas para la seguridad militar. El nuevo concepto de saneamiento los convierte en privilegiados, en terrenos menos accidentados, lo que facilita la puesta en marcha de sistemas de abastecimiento de agua y de evacuación de aguas residuales. El desarrollo de los medios de transporte también refuerza la tendencia hacia un terreno más planificado para el desarrollo de las ciudades y los nuevos principios urbanos están ahora influyendo y componiendo la legislación urbana en todo el mundo (Robaina, 2008).

La gestión de la resiliencia territorial confluye competencias de los tres niveles de la Administración (General del Estado, Autonómica y Local) y los cuatro criterios que debemos aplicar a las ciudades para hacer frente a los desafíos derivados del calentamiento global, de acuerdo con Ruigómez (2015), son los siguientes: Urbanismo compacto; Coordinación de la ordenación urbana con el transporte público; Eficiencia energética en la edificación; y Optimización en el ciclo integral del agua.

Además, para enfatizar la resistencia en las ciudades, según el proyecto RESCCUE, se debe construir una red de servicios e infraestructuras urbanas porque, como en un cuerpo humano, todas las funciones están interconectadas, donde tenemos que conocer las interdependencias entre los diferentes servicios e infraestructuras y para hacerlo, las personas responsables

de mejorar la resiliencia urbana deberán visualizar y organizar los datos relevantes de la ciudad y extraer conclusiones valiosas.

Para eso, necesitan una comunidad de partes interesadas que trabajen juntas para identificar los puntos críticos del sistema. El responsable de la resiliencia urbana seguirá vigilando la ciudad para detectar todos los posibles impactos que puedan afectar a la ciudad y todavía, prepararse para nuevos, además de que supervisará todos los procesos clave, visualizará las consecuencias y almacenará o utilizará la información asociada.

La principal estrategia resiliente, para Font (2018) pasa por diseñar una planificación urbanística a largo plazo que evite perturbar los procesos ecológicos e hidrológicos y facilite la recuperación de espacios y paisajes naturales, además de medidas complementarias como son el refuerzo de dunas y la protección de barreras naturales, como los arrecifes de coral. Con este fin, los elementos constructivos deben estar proyectados espacialmente de forma que permitan adecuadamente el paso del agua, conduciendo la corriente en dirección a los lugares deseados, en lugar de obstaculizarla y crear remolinos y corrientes peligrosas, sin perjuicio de construir barreras de contención permanentes o retráctiles donde convenga. Estas medidas deben incluir el uso de pavimento permeable y el diseño de espacios diáfanos como corredores, cuencas colectoras y canales, así como de espacios verdes que faciliten el drenaje y la recolección de los flujos de agua. Las zonas bajas deben quedar al margen de los procesos de transformación urbanística, a la vez que debe fomentarse el traslado voluntario de los residentes a otras zonas más elevadas de la ciudad. Algunas ciudades han propuesto la reubicación forzosa de los residentes de las zonas bajas, pero esta medida no resulta factible si no va acompañada de ayudas y de una mayor participación de la comunidad en la toma de las decisiones que les afectan. Sin olvidar el establecimiento de pautas sobre el desarrollo de la evacuación de residentes en los casos en que esta medida resulte necesaria.

Ya la Contribución a la Campaña Mundial de Desarrollo de Ciudades Resistentes de las Naciones Unidas 2010-2015 destaca que una ciudad resistente a los desastres es un lugar en el que los desastres se reducen al mínimo, con servicios e infraestructura organizados, obedeciendo las normas de seguridad y los códigos de construcción; no hay ocupaciones irregulares construidas en llanuras aluviales o en laderas empinadas por falta de otros terrenos disponibles. El gobierno local debería ser competente, inclusivo y transparente, preocupándose por la urbanización sostenible e invirtiendo en los recursos necesarios para el fomento de la capacidad de gestión y organización municipal antes, durante y después de un acontecimiento adverso o una amenaza natural. Las personas deben comprender los riesgos a los que se enfrentan y desarrollar procesos de información y potenciación de los ciudadanos, anticipando y tratando de mitigar los efectos de posibles desastres mediante la incorporación de tecnologías de vigilancia.

Los organismos compasivos, junto con los ciudadanos, también deberían poder responder, aplicar estrategias de reconstrucción inmediata y restablecer rápidamente los servicios básicos para reanudar sus actividades, después de un acontecimiento adverso, y, sobre todo, implementar soluciones volteada a la resistencia al cambio ambiental. Además, es señalado diez directrices, que son:

1. Organización y coordinación
2. Asignar un presupuesto
3. Preparar las evaluaciones de riesgos
4. Infraestructura de reducción de riesgos
5. Seguridad
6. Realista, compatible con el riesgo de construcción y los principios de planificación del uso de la tierra
7. Programas de educación y formación
8. Proteger los ecosistemas y las barreras naturales
9. Sistemas de alerta y alarma, y capacidades de gestión de emergencias
10. Las necesidades de los sobrevivientes están en el centro de la reconstrucción

Aún según ellos, para mejorar la capacidad de resiliencia urbana en las ciudades de, anticipar, prepararse, responder y recuperarse de amenazas significativas de múltiples peligros con un daño mínimo, ellos establecen un marco legislativo para la resiliencia y la reducción del riesgo de desastres, que consiste principalmente en:

- Identificar las obligaciones, restricciones y oportunidades de la planificación urbana actual y sus reglamentos, las leyes nacionales y las disposiciones reglamentarias impuestas por la administración municipal; perfeccionar los reglamentos locales sobre la base de criterios de resistencia.
- Crear leyes municipales que apoyen la reducción del riesgo de desastres en todos los sectores (público y privado). Actualizar las normas de apoyo al medio ambiente, la construcción, la planificación y la reducción de riesgos y anclarlas en las últimas evaluaciones de riesgos.
- Garantizar niveles de flexibilidad en los reglamentos para las zonas de bajos ingresos sin comprometer la seguridad.

Sin embargo, hay la cuestión de que el aumento de la resiliencia en una escala puede interferir o hasta mismo reducir la resiliencia en otra. Una ventaja sería aprovechar el potencial de innovación de las ciudades para desarrollar y aplicar estrategias que promueven la resistencia de ecosistemas urbanos entre el hombre y la naturaleza. Por supuesto, necesitan formas de gobernanza para fomentar estos esfuerzos, los cuales también son considerados críticos frente al desarrollo, pues la resiliencia urbana ante el cambio climático puede tener en cuenta consecuencias imprevistas, tanto en el espacio como a diferentes escalas analíticas, por eso es importante asegurar que esas actividades no refuercen las desigualdades existentes o creen otras nuevas. También es necesario prestar

atención a las consecuencias distributivas de las medidas destinadas a promover la resiliencia urbana, incluida la identificación de los grupos sociales, las industrias y los barrios urbanos que se beneficiarán de los esfuerzos de resiliencia o que soportarán su costo, además, en la relación entre resiliencia y pobreza, es recomendable prestar más atención a las cuestiones de poder y desigualdad que surgen con la aplicación de los enfoques de la propia resiliencia (Leichenko, 2011).

Como ya se ha mencionado, la resistencia es la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad para resistir y recuperarse de los efectos expuestos en algún momento por algún peligro y, de manera eficiente, preservar esas estructuras, o, la pronta recuperación de algún posible daño. Cuando se aplica ese concepto al fenómeno de las inundaciones, por ejemplo, Jha et al. (2012 B) cree que los proyectos urbanos que valoran e incluyen el factor de riesgo causado por las inundaciones con la intención de minimizarlas, pueden aumentar eficazmente la capacidad de resiliencia en el medio urbano.

No obstante, la inversión dirigida al fortalecimiento de la resiliencia comunitaria ante las inundaciones reduce tanto el impacto como los costos de respuesta y recuperación. Cuando la programación de la resiliencia se desarrolla a partir de la toma de decisiones con conocimiento de los riesgos y es la propia comunidad quien la impulsa, es adoptado un enfoque holístico y, por lo tanto, es más probable que contribuya a reducir los riesgos y vulnerabilidades subyacentes y, en última instancia, a fortalecer la resiliencia⁵.

La construcción de ciudades más resistentes a las inundaciones puede realizarse mediante técnicas que racionalizan la relación del agua con los edificios y el espacio urbano, lo que puede generar medidas estructural y no estructural, lo que se abordará en profundidad en los próximos capítulos, pero, de manera sencilla, las medidas estructurales van desde las obras y estructuras de ingeniería intensiva, como las defensas contra las inundaciones y los canales de drenaje, hasta las medidas complementarias o alternativas más naturales y sostenibles, como los humedales y las zonas de amortiguación naturales. Por otra parte, las medidas no estructurales pueden clasificarse en cuatro objetivos básicos, según Jha et al. (2012 A): planificación y gestión de emergencias, incluidas la alerta y la evacuación, aumento de la preparación mediante campañas de sensibilización, planificación del uso de la tierra, que contribuye tanto a la mitigación como a la adaptación a las inundaciones urbanas, y aceleración de la recuperación y el uso después de las inundaciones mediante la mejora de los proyectos de construcción y de la propia construcción.

De manera reciente han surgido diversas alternativas para que las ciudades se "adapten" a fuertes e inevitables inundaciones generadas por el cambio climático. Las ciudades contemporáneas requieren de nuevas estrategias para su sostenibilidad y resiliencia. En el campo del control de

⁵ Disponible en: <http://repo.floodalliance.net/jspui/bitstream/441111/2237/1/05%20IFRC%20-%20Spanish%20-%20FINAL-with%20links-reduced.pdf>

inundaciones, el cambio de estrategias es urgente e inaplazable según Molina-Prieto (2016), que todavía recomienda algunas tácticas de implementación en las ciudades en nombre de la resiliencia, como la utilización de techos verdes, tanques para aguas de lluvias, superficies urbanas permeables, conducción superficial de aguas de lluvias, disposición en situación de aguas pluviales y por último, enfatiza aún la importancia de los arquitectos y diseñadores en incorporar en sus proyectos urbanos la gestión de las aguas pluviales.

Mientras tanto, puede ser observado en los elementos descritos arriba la importancia y relación directa con la infraestructura verde, el cual, es un recurso clave en la planificación de la adaptación frente los riesgos causados por el cambio climático para Sánchez (2019) y muchos otros urbanistas, además de quedar en el propio recogido del artículo 67 de la Nueva Agenda Urbana que debemos nos comprometemos a promover la creación y el mantenimiento de redes bien conectadas y distribuidas de espacios públicos de calidad, abiertos, seguros, inclusivos, accesibles, verdes y destinados a fines múltiples, a incrementar la resiliencia de las ciudades frente al cambio climático y los desastres, como las inundaciones, los riesgos de sequía y las olas de calor (Naciones Unidas, 2016).

Además de eso, la promoción de la resistencia urbana frente al cambio climático y, en consecuencia, también a las crecidas, requerirá, por lo tanto, que las ciudades se vuelven resistentes a una mayor gama de impactos y tensiones interactivas. Todas las características de las ciudades, poblaciones, vecindarios y sistemas resistentes incluyen diversidad, flexibilidad, gobernanza adaptable y capacidad de aprendizaje e innovación incluyendo tanto estrategias de adaptación / mitigación como acompañadas también de políticas de desarrollo más amplias y planes (Leichenko, 2011).

En un mundo globalizado, donde todas las sociedades finalmente son conscientes de los recursos limitados del planeta y sufren las consecuencias debido a la falta de capacidad para protegerse contra los desastres que los amenazan, es el momento de dar pasos hacia la resiliencia involucrando a los ciudadanos e invirtiendo en educación y capacitación, para que nuestras ciudades puedan transformarse en lugares habitables y seguros con la mejor calidad de vida y, en última instancia, más resistentes.

Para hacer que una ciudad sea resiliente, los interesados deben participar en un proceso continuo de mejora de la resiliencia, incluyendo principalmente, de acuerdo con el proyecto RESCCUE, a planificación de eventos, simulando y decidiendo, en consecuencia, la mejora de la corrección y la proyección de las estrategias actuales para asegurar la continuidad de la ciudad en caso de un impacto o prevención de impactos, identificando riesgos potenciales, validando, relacionando y diagnosticando peligros y vulnerabilidades, además de operar la ciudad para poder resistir a los impactos, responder en caso de crisis y recuperar funcionalidades después del impacto.

1.3. ALGUNOS EJEMPLOS DE SOLUCIONES DE RESILIENCIA URBANA PARA COMBATIR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Teniendo en cuenta que actualmente muchas ciudades están expuestas a catástrofes generadas por el cambio climático, fueron elegidos algunos ejemplos a nivel mundial de como lugares específicos resolvieron importantes cuestiones con la incorporación de elementos de resistencia urbana. Serán expuesto proyecto como el Red 100 Resilient Cities (100RC) y el C40 Cities, que siguen a mismo linaje de que siguen la misma línea de fomento del desarrollo urbano sostenible mediante la conexión de varias ciudades en favor de las estrategias de resistencia.

En continuación, enfocado más en la América, tendremos el PlaNYC 2030 con medidas de eficiencia energética y reducción de las inundaciones y lluvias torrenciales, así como el concurso Rebuild by Design (RBD), estimulando innovación en el proceso de recuperación de desastres, y adecuación de la normativa e incorporando de medidas resilientes urbanísticas en Texas y Fort Lauderdale.

A nivel europeo, se mostrará el proyecto RESCCUE, centrándose en la gestión del agua en Barcelona, Bristol y Lisboa con estrategias del cambio climático y luego otras medidas de referencia que fueran elaboradas en Venecia, Los Países Bajos, Londres, Copenhague, así como en otros países más distintos como Australia y Tokio.

Con más de la mitad de la población mundial viviendo en zonas urbanas, la construcción de ciudades más seguras y de buena calidad es un desafío a largo plazo que debería ser priorizado en muchos lugares, además, la participación de los ciudadanos en la toma de decisiones garantiza una adecuada concienciación sobre el problema.

Basado en ese concepto, el primer ejemplo de preocupación en mitigar el cambio climático desde la resiliencia urbana es la Red 100 Resilient Cities - 100RC⁶, impulsada por la Fundación Rockefeller, una plataforma de ciudades que trabajan para promover un desarrollo urbano sostenible. Cada una de las ciudades participantes se benefician de una ayuda de un millón de dólares para diseñar estrategias de resiliencia frente a los cambios físicos, sociales y económicos.

De igual manera, establecida en 2005, fue criado el C40 Cities⁷, una red que conecta a 96 de las ciudades de todo el mundo representando a más de 700

⁶ Para más información: <https://www.rockefellerfoundation.org/100-resilient-cities/>

⁷ Para más información: <https://www.c40.org/>

millones de ciudadanos y una cuarta parte de la economía, según ellos, cuyos objetivos principales son la evaluación del riesgo climático y la construcción de ciudades resistentes.

La ciudad de Nueva York es pionera en la adopción de medidas resilientes al aumento del nivel del mar. En 2007, aprobó el PlaNYC 2030⁸, que incorpora medidas de mitigación, como la reducción de la demanda eléctrica mediante el fomento de la eficiencia edificatoria y el suministro ecológico utilizando opciones renovables, así como previsiones urbanísticas en caso de riesgo de inundaciones y lluvias torrenciales.

También vale la pena mencionar el concurso Rebuild by Design (RBD)⁹ que se puso en marcha en 2013 por la asociación entre el Grupo de Tareas Sandy, el Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano y la Fundación Rockefeller, donde hicieron un enfoque diseñado para estimular la innovación en el proceso de recuperación de desastres y para catalizar proyectos de vanguardia que pudieran demostrar cómo las comunidades pueden reconstruir con capacidad de recuperación.

Las propuestas del RBD incluían muchos enfoques similares para aumentar la resiliencia física de las comunidades y que abordan las amenazas más enfáticas de origen acuáticas comunes a las comunidades de las regiones de Nueva York y Nueva Jersey. La participación en este ensayo de equipos multidisciplinares, comunidad científica y los propios residentes mostró una nueva forma de planificar, de una manera más innovadora en varios aspectos, no obstante, basada aún en una visión holística del cambio climático frente al reto del diseño de propuestas resilientes.

La iniciativa surgió después de Nueva York ser atingida por el huracán Sandy y la idea fue impulsada con las ganas de explorar el potencial de emparejar el crecimiento con la resiliencia, principalmente en Manhattan, Red Hook, y en El sur del Bronx.

Una de las intervenciones (BIG Team, The Big U¹⁰) está hecha con el fin de proporcionar mejoras, en lugar de barreras, en la zona de costa, pues, la misma tribuna donde la gente se sienta a ver una representación, admirar el paisaje y disfrutar de un momento de buena calidad, por ejemplo, sirve también de malecón para evitar que las aguas de las mareas de tormenta inundan la comunidad vecina.

⁸ Para más información: <https://www.adaptationclearinghouse.org/resources/planyc-2030-a-greener-greater-new-york.html>

⁹ Para más información: <http://www.rebuildbydesign.org/>

¹⁰ Para más información: <http://www.rebuildbydesign.org/our-work/all-proposals/winning-projects/big-u>



Ilustración 8 Proyectos Concurso Rebuild by Design (RBD)

Fuente: Modificado de Rebuild by Design, 2015.

Para ellos, los elementos de protección contra las inundaciones deben formar parte de la vida de la ciudad y a cada amenaza de inundación hay que oponerle una geometría particular, lo que puede lograrse de diversas formas innovadoras que sirvan también como propósitos sociales.

La protección contra las inundaciones que mantiene a Manhattan seco durante los eventos climáticos extremos sólo servirá para este propósito durante un pequeño porcentaje de su vida, el otro 99% del tiempo, pueda ser disfrutada por los ciudadanos.



Ilustración 9 Concurso RBD - Proyecto The BIG Team, Manhattan, Nueva York.

Fuente: Modificado de Rebuild by Design, 2015.

Mediante el diálogo con grupos comunitarios, los equipos han desarrollado un conjunto de recursos de protección mensurable. Centrándonos en las medidas de prevención de inundaciones, podemos destacar Un Enfoque Híbrido, que van desde zonas de vivienda informal hasta esculturas enclavadas en carreteras de tamaño medio, previendo más de 500.000 nuevas unidades de vivienda para 2040 y una mayor exposición de los bienes a las condiciones meteorológicas extremas para la propuesta, que abarca también Distritos Comunitarios Resistentes, planificación comunitaria, resistencia social, gestión del agua, servicios públicos y los instrumentos financieros, que se organizaron a escala de distrito y a escala urbana. Esta descentralización parcial de la infraestructura aumentaría la capacidad de recuperación del conjunto. Las micro redes comunitarias y los planes de gestión del agua crean redundancias que disminuyen el riesgo que plantean las tormentas y permiten una adaptación incremental a el cambio climático.

Por último, el aprovechamiento de la inversión local en la protección de las costas, junto con la inversión del gobierno, según sea necesario, permitiría a los vecinos desarrollar medidas de protección que satisfagan otras necesidades del distrito, creando enormes economías de escala que podrían beneficiar directamente a los usuarios finales.

Aún a respecto de regiones vulnerables en los Estados Unidos, podemos mencionar Texas que en 2008 sufrió la acción devastadora de un temporal, el Huracán Ike, y en esta ocasión, del conjunto de viviendas situadas en la franja litoral de la península, solo una resistió a la embestida del temporal, la única de todas ellas que había aplicado las medidas resilientes urbanísticas diseñadas a partir del antecedente del 2005. La resistencia de esta vivienda representa de forma gráfica e indiscutible el resultado de la aplicación de los cambios normativos en relación con la acción del cambio climático. Esta modificación reglamentaria supuso una nueva oportunidad para reedificar con mayores garantías frente a la subida repentina del nivel del mar, donde la planta baja de la vivienda se diseñó sin cierres rígidos y con una estructura lo más diáfana posible, reduciendo así la oposición a la presión del agua y del viento. Por otro lado, la crujía más expuesta, situado al sur, se diseñó como terraza-mirador, sin elementos cubiertos, pues si el pórtico más expuesto se rompe no arrastraría la

cubierta del edificio. Ese ejemplo, sin duda, muestra la aplicación de que las ordenanzas en combinación con un adecuado conocimiento científico del problema han permitido reducir la vulnerabilidad y garantizar un buen comportamiento frente a las amenazas.



Ilustración 10 Ubicación de la vivienda antes y después del Huracán Ike, 2008.

Fuente: Cuaderno de Investigación Urbanística nº 122 - Sánchez, 2019.

Ya a respecto de medida más puntuales, preventiva y adaptativa, vale la pena mencionar el proyecto de reordenación de la zona central de Fort Lauderdale - Florida, Las Olas Corridor Improvements, a lo largo de Las Olas Boulevard frente al océano Atlántico se trata de la transformación resiliente de la elevación de la cota superficial de actuación e incremento de superficies ajardinadas con flexibilidad de uso en los mismos. La oportunidad ofrecida por la delimitación como Área de Acción para la Adaptación (Central Beach) ha facilitado la gestión del proyecto al considerarse prioritario frente a las inundaciones.

El proyecto transforma dos extensas superficies dedicadas a aparcamientos, una junto a la playa y otra en el canal interior, en zonas verdes polivalentes, incrementando la superficie permeable. Las plazas de aparcamiento perdidas se concentran en un único edificio que da servicios a los usuarios de la playa. Con ello, por un lado, se mejora la calidad espacial de este sector de ciudad y, por otro, se incrementan las condiciones de seguridad frente a la subida del nivel del mar y por fin, se ha producido una adecuación normativa, incorporando estas áreas de renovación urbana afectadas por la subida del nivel del mar dentro de los planes generales de ordenación urbana como efecto directo del cambio climático.



Ilustración 11 Fases 1 2 y 3 de desarrollo del Sector Oeste de “Las Olas Corridor Improvements”

Fuente: Cuaderno de Investigación Urbanística nº 122 - Sánchez, 2019.

Más allá de la América, es honorable el proyecto europeo RESCCUE (RESilience to cope with Climate Change in Urban arEas), que se desarrolla en las ciudades de Barcelona-ES, Bristol-UK y Lisboa-PT, centrado en la gestión del agua. Su principal objetivo es la formulación e implementación de un Plan de Acción de Resiliencia que fije estrategias de adaptación frente los escenarios del cambio climático, el análisis de su peligrosidad y del comportamiento de los servicios urbanos ante situaciones críticas, la valoración de los riesgos y la vulnerabilidad y el grado de afectación los servicios e infraestructuras.



Ilustración 12 Sitios de investigación RESCCUE

Fuente: RESCCUE, 2020.

Un ejemplo de ciudad dentro de la Unión Europea, que busca un equilibrio entre las necesidades humanas y la recuperación y protección del sistema ambiental, es Venecia, que se encuentra al nivel del mar y cualquier cambio déjala expuesta a inundaciones. Aunque parezca ser un problema que sólo concierne a la propia ciudad, en muchos aspectos es un problema relacionado con el cambio climático y la subida del nivel del mar de manera general. El Sistema MOSE (Modulo Sperimentale Elettromeccanico)¹¹ es un proyecto iniciado en 2004 que diseña un sistema de 78 esclusas situadas en tres de las bocas de la laguna, en el punto donde se junta con el mar Adriático, hecho para controlar las crecidas de la marea, con previsión de finalización en 2022.

Con 78 grandes compuertas se sellarán las bocas que unen la laguna de Venecia con el mar Adriático y se solucionará el problema de las inundaciones

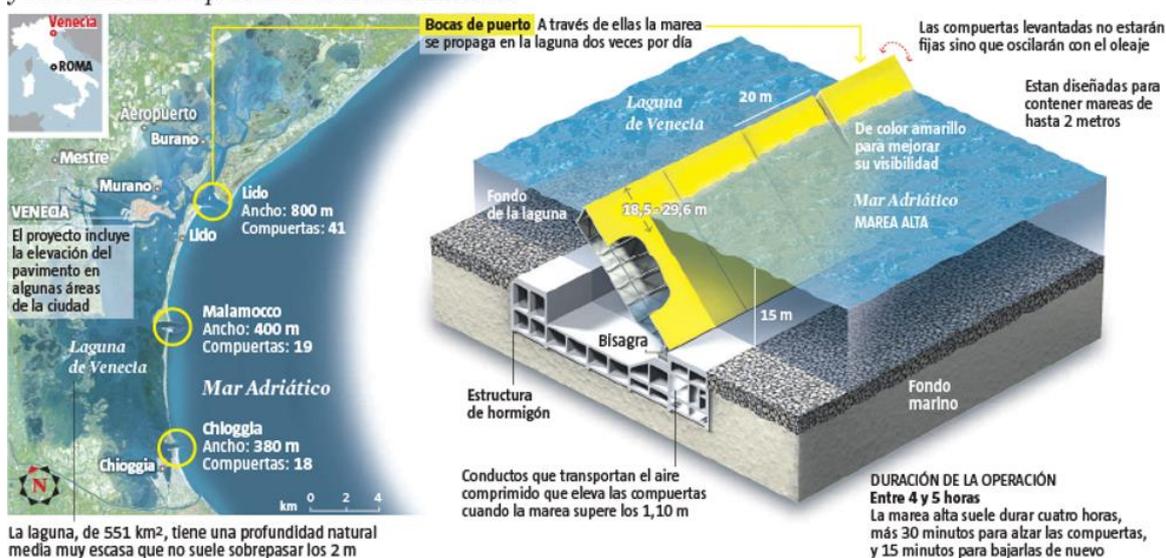


Ilustración 13 diques para proteger Venecia de la subida de las mareas

Fuente: La Vanguardia, 2019¹².

Otras medidas muy interesantes en la misma línea, preventiva y adaptativa a las inundaciones, son el denominado Ruante voz de Riviera (Habitación para el río), un plan implementado durante los años 2005-2016 en las zonas colindantes a los ríos de los Países Bajos. Su finalidad es ampliar el espacio fluvial para poder gestionar adecuadamente los aumentos del nivel del agua y alguna de las medidas previstas incluyen la colocación y reubicación de diques tierra adentro para crear un espacio adicional para la crecida del río, la eliminación de obstáculos, el aumento de la profundidad de los canales de inundación, la reducción de la altura de los canales y la construcción de un canal verde que permite desviar las inundaciones.

Así como en Londres que también ha tenido en cuenta su vulnerabilidad a las inundaciones y a las fuertes mareas para rediseñar el sistema de diques de

¹¹ Disponible en: <https://www.mosevenezia.eu/lagoon/?lang=en>

¹² Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/internacional/20191115/471610431465/venecia-diques-mareas-inundaciones-obras.html>

contención del río Támesis, cerca del centro financiero de Canarí Whorf, que protege a la ciudad con una barrera (Tamez Barrié) que se compone de diez compuertas móviles huecas situadas a lo ancho del río, que se llenan de agua para reforzar su resistencia cuando están elevadas y se vacían en estado de reposo (Font, 2018).

Ya la ciudad de Copenhague, por su parte, ha desarrollado una estrategia un poco más distinta para protegerse de las inundaciones, basada en la captación y retención de agua a través de un sistema de calles verdes y parques, caminos de aguas pluviales y áreas de detención, además de zonas multifuncionales que pueden inundarse cuando la situación lo requiera pero que de otra manera se destinan a actividades de deporte y recreativas (Font, 2018).

Algo parecido pasa en Australia, ciudades como Sídney, Melbourne o Perth han implementado medidas adaptativas en la costa focalizadas en la protección, el rediseño y la recolocación de viviendas e industrias fuera de las zonas de riesgo. En concreto, la ciudad de Melbourne pretende introducir en el espacio urbano zonas con vegetación, para ayudar a atenuar los flujos del agua y facilitar su filtración, restringir la construcción de comercios aparcamientos subterráneos y trasladar tanto los generadores auxiliares de los sótanos a niveles más altos para reducir los riesgos para las comunidades y las empresas, como la infraestructura básica con el fin de ayudar a la recuperación en caso de inundación (Fisher, 2012).

El riesgo de incremento de las temperaturas ha impulsado diversos proyectos en ciudades como Tokio para disminuir el efecto de islas de calor urbano, según Font (2018), promoviendo dotaciones verdes, como la instalación de jardines en las azoteas, así como la mejora del diseño y aislamiento térmico de los edificios.

En conclusión, podemos decir que la resiliencia está en la agenda, eso es un logro como solución de las problemáticas existentes. Las estrategias resilientes están a la orden del día en muchos programas urbanos e instituciones internacionales. Sin embargo, se considera que es necesario continuar avanzando adelante con los cuestionamientos de cómo el concepto de resiliencia frente al cambio climático son utilizados, así como su aplicación en las zonas urbanas; como la capacidad de recuperación es incorporada; como son sus debidos esfuerzos para atingir el desarrollo, la vigilancia, las políticas y las personas; y como son hechas para asegurar que el aumento de la resistencia al cambio climático sigue fomentando una actitud social positiva y contribuyendo al mismo tiempo a la sostenibilidad a largo plazo.

Además, todo eso es, y será, extremadamente importante, principalmente en los países más pobres, los cuales son los que menos colaboran en los efectos del cambio climático y los que más se verán afectados, pues son los sitios más escasos de medidas de prevención, estrategias de mitigación y flujos monetarios.

Las soluciones presentadas arriba, en general, cada cual, a su manera, tienen el objetivo, sea en la propagación de la idea, la incorporación de normativa, o en la propia ejecución de las obras, replantear una relación con el lugar que, por supuesto, en algún punto tiene la marca del carácter de vulnerabilidad empleado, resaltando, por lo tanto, en la necesidad de adaptación, además de la propuesta de fomento de la resiliencia urbana como la principal herramienta.

Sin embargo, vale la pena señalar que, a través de esta investigación, más una vez, fue comprobado el problema de las inundaciones como un fenómeno sobresaliente en comparación con las otras consecuencias del calentamiento global, y todavía, de manera preocupante en diferentes países. No obstante, las tipologías de vivienda frente al problema en los Estados Unidos, la inclusión de más espacios verdes en Japón, así como, las medidas presentadas frente a inundaciones en América, Europa y Australia, resultan que, por lo menos es notable la cantidad de instituciones y personas que valoran tales cuestiones y buscan siempre añadir al tema su debida importancia en todo el mundo.

PARTE 2 – EL CAMBIO CLIMÁTICO EN ESPAÑA: URBANISMO RESILIENTE FRENTE A LAS INUNDACIONES. UN ESTUDIO DE CASOS

2.1. PERFIL CLIMÁTICO DE ESPAÑA

España es uno de los países más afectados negativamente por el calentamiento global, con eso, el tema debería siempre sobresalir en los debates nacionales e internacionales, pues todas las proyecciones y evaluaciones efectuadas hasta la actualidad, sitúan el país en una zona geográfica que el cambio climático será bastante severo, y en un marco socioeconómico y ecológico que la hace en especial muy vulnerable a sus impactos.

La definición de clima se refiere a las condiciones meteorológicas medias, en las que existen estadísticas y cantidades del promedio y la variabilidad de las cantidades pertinentes en determinados períodos, que pueden ser breves o amplios. También puede considerarse como un resumen de las condiciones meteorológicas y sus características apropiadas.

Sim embargo, es muy difícil representar un plan de zonas climáticamente homogéneas en España¹³, ya que las situaciones son muy diversas. Los principales factores que afectan al clima de España, según IGN (2020) son de dos tipos:

Geográficos: la latitud que, entre otras cuestiones, influye en la insolación y en la circulación atmosférica, así como en las variaciones que experimenta el clima durante las estaciones. Por otro lado, la situación geográfica y la influencia del mar, junto a las características del relieve generan situaciones climáticas de muy diversa índole, y explican muchas de las variaciones que se producen a escala local. Un ejemplo muy didáctico de la influencia del relieve sobre el clima es el denominado efecto foehn.

Atmosféricos: la circulación general de la atmósfera, tanto en altura (donde la circulación general del oeste o Jet Stream tiene una notable importancia) como en superficie, explica que a lo largo del año se sucedan diferentes tipos de tiempo como sucede, por ejemplo, cuando una zona se ve afectada por el paso de un frente o por la llegada de una gota fría.

Entre los principales elementos que definen al clima tenemos la precipitación, que puede producirse tanto en estado líquido (agua), como sólido (nieve, granizo). Gracias a la capacidad que tiene el agua para cambiar de estado, se produce algo tan esencial en la vida del planeta como es el ciclo del agua; La humedad y la evapotranspiración; La temperatura es otro elemento esencial para comprender el clima. Sus registros pueden ser analizados teniendo en cuenta diferentes valores como, por ejemplo, la temperatura media anual y

¹³ Para más información, disponible en:
https://www.ign.es/espmmap/mapas_clima_bach/pdf/Clima_Mapa_1_2texto.pdf

la oscilación térmica; La insolación y la radiación; La presión atmosférica y el viento.

Si combinamos el análisis de los factores y elementos climáticos, con el de los diferentes tipos de tiempo podremos entender las características y distribución de los principales tipos de clima en España. No obstante, la clasificación climática de Köppen fue elegida para delimitar los diferentes tipos de clima en la Península Ibérica, donde él distingue los subtipos Cs, Cw y Cf, como lo demuestra un período seco en la Verano (Cs), invierno (Cw), o si no hay estación seca (Cf). El subtipo Cw no existe en la Península Iberia y las Islas Baleares, y, según la información del atlas climático ibérico (1971-2000), las clasificaciones de las otras zonas son:

Climas secos - Tipo B

Hay 3 intervalos diferentes dependiendo del régimen de precipitaciones anuales, para tener en cuenta que las precipitaciones invernales son más eficaces para el desarrollo de la vegetación que las estivales cuando hay menos evaporación. Los subtipos BS (estepa) y BW (desierto) se estipulan en función de las precipitaciones anuales, alcancen o no la mitad del valor límite establecido, así como las variedades calientes (letra h, BSh y BSk) y frías (letra k, BSk y BWk) en función de la temperatura media anual, si ésta es superior o inferior a 18 °C respectivamente.

- **BWh (desierto caliente) y BWk (desierto frío)** pequeñas áreas del sureste de la Península Ibérica, Almería, Murcia y Alicante, coincidiendo con las mínimas precipitaciones peninsulares.
- **BSh (estepa caliente) y BSk (estepa fría)** se extiende extensamente a través del sudeste de la Península y el Valle del Ebro y, en menor medida, en la meseta meridional, Extremadura y las Islas Baleares.

Climas templados - Tipo C

La temperatura media del mes más frío son de entre 0 y 18 °C. Existe también una tercera variante según que el verano sea caluroso (temperatura media del mes más caluroso por encima de 22 °C, letra a), o templado (temperatura media del mes más caluroso por debajo o igual a 22 °C y con cuatro meses o más con una temperatura media superior a 10 °C, letra b), o frío (temperatura media del mes más caluroso por debajo o igual a 22 °C y con menos de cuatro meses con una temperatura media superior a 10 °C, letra c).

- **Csa (templado con verano seco y caluroso)** que ocupa aproximadamente el 40% de su superficie, se extiende por la mayor parte de la mitad sur y las regiones costeras del Mediterráneo, con la excepción de las zonas áridas de la parte sudoriental.

- **Csb (templado con verano seco y templado)** cubre la mayor parte del noroeste de la Península y numerosas zonas montañosas del interior de la Península.
- **Cfa (templado sin estación seca con verano caluroso)** principalmente en el noreste de la Península, en una franja de altitud media que rodea los Pirineos y el Sistema Ibérico.
- **Cfb (templado sin estación seca con verano templado)** en la Cordillera Cantábrica, en el Sistema Ibérico, parte de la meseta norte y gran parte de los Pirineos, excepto en las zonas de mayor altitud.

Climas fríos - Tipo D

La temperatura media del mes más frío en el clima de tipo D está por debajo de 0 °C y la temperatura media del mes más cálido está por encima de 10 °C. Los rangos considerados para los subtipos y variedades del clima D son similares a los del clima de tipo C.

- **Dsb (frío con verano seco y templado) y Dsc (frío con verano seco y fresco)** pequeñas zonas de las regiones montañosas más altas de la Cordillera Cantábrica, el Sistema Ibérico, el Sistema Central y la Sierra Nevada.
- **Dfb (frío sin estación seca y verano templado) y Dfc (frío sin estación seca y verano fresco)** en las zonas de mayor altitud de los Pirineos y en algunas pequeñas zonas de mayor altitud de la Cordillera Cantábrica y el Sistema Ibérico.

Climas Polares - Tipo E

La temperatura media del mes más caluroso en el clima de tipo E está por debajo de 0 °C. Köppen tiene dos subtipos: ET (tundra: la temperatura media del mes más cálido es superior a 0 °C) y EF (glacial: la temperatura media del mes más cálido es inferior a 0 °C). El subtipo EF no se encuentra en la Península Ibérica.

- **ET (tundra)** sólo en pequeñas zonas de mayores elevaciones de los Pirineos Centrales, coincidiendo con las mayores altitudes de la cordillera.

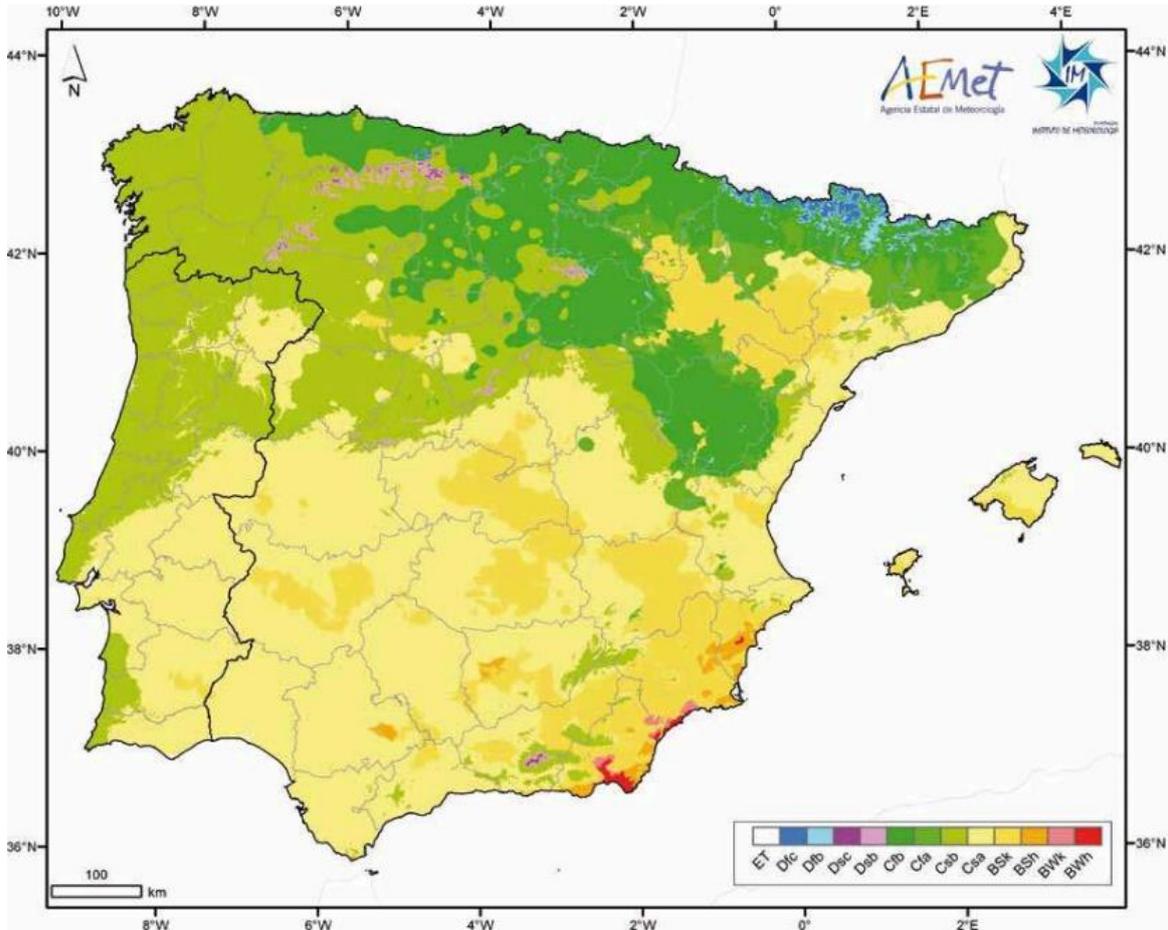


Ilustración 14 La clase climática de Köppen-Geiger en la Península Ibérica y las Islas Baleares

Fuente: Atlas Climático Ibérico (1971-2000).

En resumen, podemos observar que la Península Ibérica tiene un predominio del clima Cfb (templado sin estación seca con verano templado) más al norte, con temperaturas más frescas en comparación con el sur, donde hay un predominio de Csa (templado con verano seco y caluroso).

Cada región sufrirá a su manera los efectos del calentamiento global, pero a través de este análisis cabe destacar que el aumento de las temperaturas en el sur de España tendrá un mayor impacto en la calidad de la vida urbana de las personas, mientras que, en el norte, su efecto será crucial principalmente para el medio ambiente natural, atacando y colaborando al deshielo de los Pirineos.

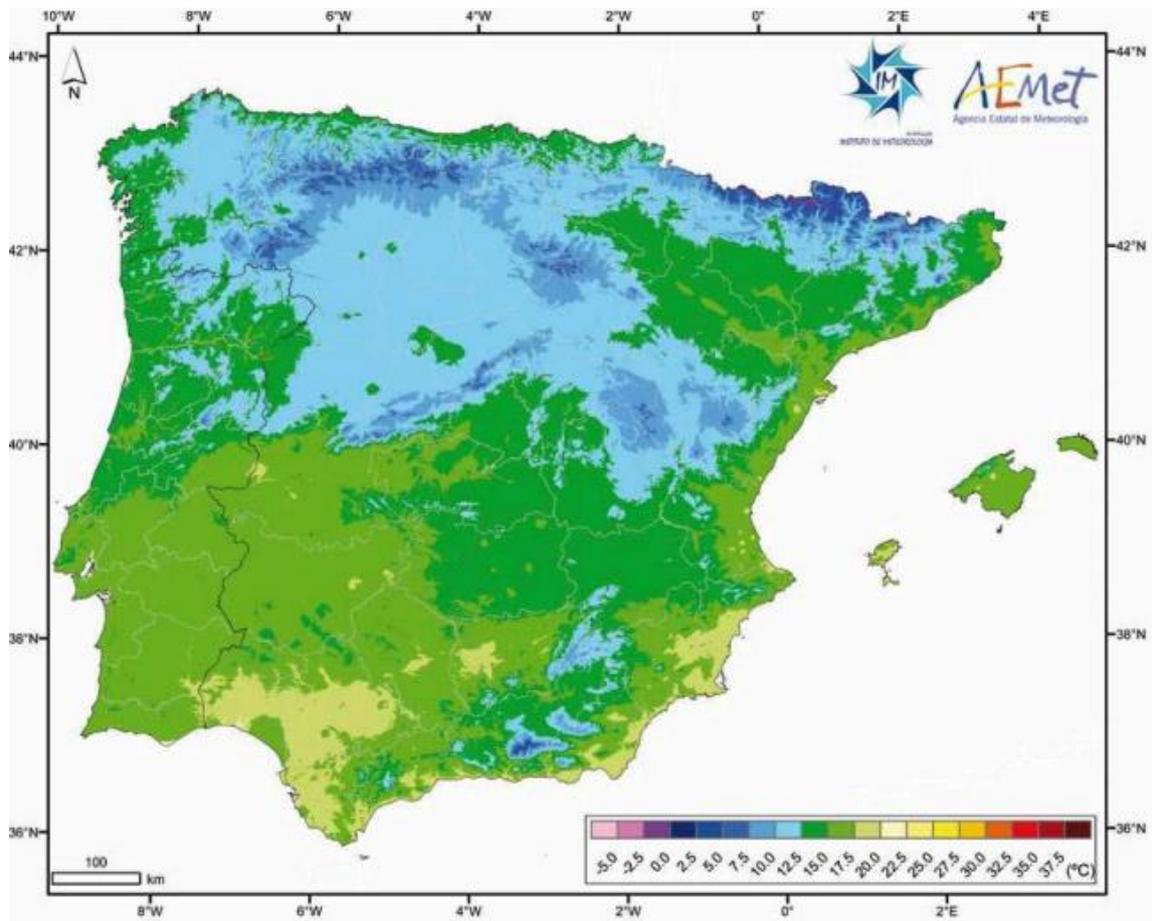


Ilustración 15 Temperatura media del aire en la Península Ibérica y las Islas Baleares (1971-2000)

Fuente: Atlas Climático Ibérico (1971-2000).

Sobre la precipitación media anual en la Península Ibérica, los datos muestran una distribución geográfica muy variada. Los valores más altos se producen por encima del 2 200 mm en noroeste de Navarra y algunas zonas del suroeste de Galicia cerca de las "Rías Bajas". Las cifras más bajas se encuentran en el suroeste de España, en las provincias de Almería y Murcia en el sur de Alicante, con un promedio de precipitaciones anuales de menos de 300mm. En las zonas cercanas al Cabo de Gata las precipitaciones son aún menores, más bajas a 200mm.

Las precipitaciones mensuales medias son más fuertes en la mitad meridional de la península y más bajas en el noreste de España, con una clara disminución de las precipitaciones en verano. El mes más lluvioso en la península es diciembre. La mayor precipitación media de ese mes se da en el suroeste de Galicia, con más de 300 mm, mientras que la más baja, con valores entre 10 mm y 20 mm se da en las provincias de Almería, Murcia y Alicante y en algunas zonas de Teruel. El mes más seco es julio, con una mayor precipitación media en las zonas más altas de Cataluña, Navarra y algunas zonas del País Vasco; mientras que los más bajos se encuentran en el sur, Andalucía, Extremadura, Murcia y Valencia, como podemos ver en el plan que tenemos por delante.

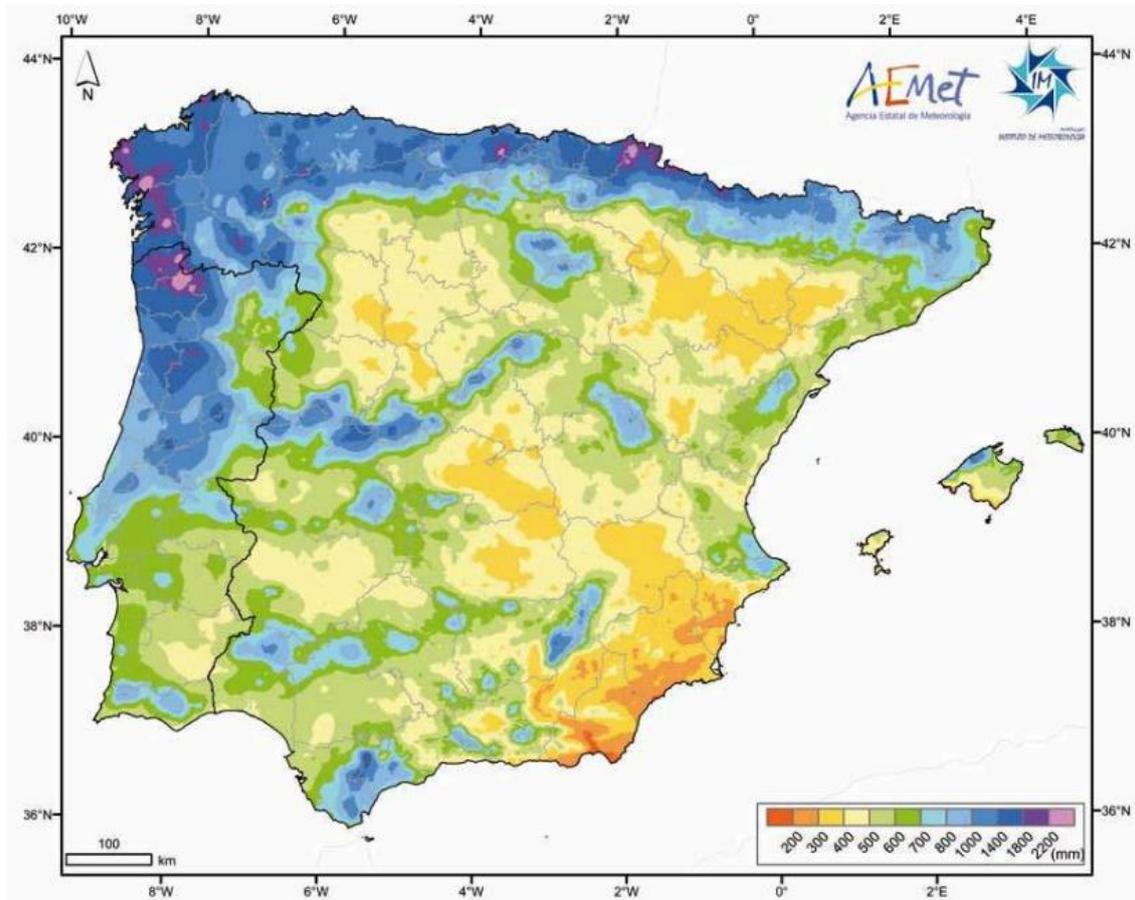


Ilustración 16 Precipitaciones totales medias en la Península Ibérica y las Islas Baleares (1971-2000)

Fuente: Atlas Climático Ibérico (1971-2000).

2.2. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN ESPAÑA Y SUS PRINCIPALES MANIFESTACIONES

El informe con las Principales Conclusiones de la Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático - ECCE (2005) aporta algunas conclusiones relevantes como:

- Calentamiento más acusado cuanto mayor es el escenario de emisiones.
- Aumentos de temperatura media significativamente mayores en los meses de verano.
- Calentamiento en verano superior en las zonas del interior que en las costeras o en las islas.
- Tendencia generalizada a una menor precipitación acumulada anual.
- Mayor amplitud y frecuencia de anomalías térmicas mensuales.
- Más frecuencia de días con temperaturas máximas extremas en la Península.
- Para el último tercio del siglo, la mayor reducción de precipitación en la Península se proyecta en los meses de primavera.
- Aumento de precipitación en el oeste de la Península en invierno y en el noreste en otoño.
- Cambios de precipitación tienden a ser más significativos en el escenario de emisiones más elevadas.

De manera más actualizada, las principales repercusiones del calentamiento global sobre España, según Ruigómez (2015), son la probable disminución de la precipitación, de igual forma que en los demás países de la cuenca Mediterránea; además del aumento de los fenómenos extrémos, fundamentalmente de las olas de calor y ondulación en los temporales, aunque también podría ocurrir con las precipitaciones; y el considerable aumento de la temperatura y del nivel del mar.

El cambio climático en España, así como en todo el mundo, genera consecuencias que se expresan de diferentes maneras a través de fenómenos variados que, sin duda, afectan directamente a la calidad de vida de los ciudadanos, así como a la infraestructura y el mantenimiento de las ciudades. La Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) señala impactos observados y proyectados para el ámbito mediterráneo, que ocupa la mayor parte del territorio español que son disminuciones en: la precipitación total anual de lluvia, la escorrentía de los ríos (y la capacidad asociada de producir energía hidroeléctrica), las cosechas y el turismo; e incrementos en: incendios forestales, riesgo de desertificación, demanda de agua para agricultura (que contrasta con la menor disponibilidad de agua), problemas de salud asociados tanto a fenómenos extremos como a enfermedades de tipo vectorial, y riesgo de pérdida de biodiversidad. En el ámbito atlántico español (la cornisa cántabro-atlántica) y

en el resto de las áreas de montaña también se señalan impactos en el turismo, la biodiversidad, las costas o la disponibilidad de recursos hídricos, entre otros.

Más allá de todo eso, España está dando lugar a una sociedad cada vez más envejecida, con todos los problemas que de ello se derivan: sostenimiento del sistema de pensiones, menor innovación y menor crecimiento de la productividad, lo que tiene como consecuencia un menor crecimiento económico en el futuro (Ruigómez, 2015).

El Global Risk 2017 analiza el Mapa de Riesgos del año, donde se nota que hay influencia del cambio climático en la tercera posición señalado como Cambio climático que altera la composición de la atmósfera mundial y modifica la variabilidad natural del clima (calentamiento global) y también en la trece, Incremento de la urbanización, aumentando de forma sostenida el número de personas que viven en zonas urbanas, lo que resulta en el crecimiento físico de las ciudades. Considerando los once riesgos que superan la media de la importancia y gravedad de sus impactos potenciales junto a la media que se asigna a cada uno de los riesgos, seis de ellos están relacionados con el tema del TFM de acuerdo con la ordenación de Rodríguez (2017), donde clasificadlos de la siguiente forma:

1. Sucesos climáticos extremos. En 2017 es el riesgo de máxima probabilidad y el segundo de más alto impacto.
2. Desastres naturales. Es el tercer riesgo de máxima probabilidad y el cuarto de más alto impacto.
3. Migraciones involuntarias de gran magnitud, generadas por conflictos bélicos, desastres o razones económicas o ambientales. En 2017 es el segundo riesgo de máxima probabilidad y el sexto de más alto impacto.
6. Fallos en los procesos de adaptación al Cambio Climático. Consideran como de máxima gravedad el riesgo de que los Gobiernos o empresas no desarrollen las medidas adecuadas para proteger y adaptar su evolución económica y social a las consecuencias derivadas del proceso de cambio climático. En 2017 es el octavo riesgo de máxima probabilidad, aunque el quinto de más alto impacto.
7. Desastres ambientales producidos por el hombre.
10. Crisis hídricas. El aumento de la demanda de agua por una población creciente y las insuficiencias de agua de calidad para el abastecimiento y regadío aparecen como uno de los focos de conflicto con impacto potencialmente más grave (conflictos entre estados o territorios) en el mundo. Se considera como riesgo social. Normalmente tiene una importancia muy alta que hizo que en 2015 apareciera en primera posición por su gravedad e impacto. Dicha gravedad e impacto coincide con la incidencia, cada vez más

frecuente, de las sequías. La probabilidad de este riesgo, en 2017, es muy alta.

Sin duda, España es escenario de manifestaciones extremas muy diversas del tiempo y clima. Su configuración geográfica (península y archipiélagos) y su ubicación entre influencias atmosféricas templadas y subtropicales favorecen el desarrollo de episodios meteorológicos variados que, en ocasiones, alcanzan rangos extremos. Por su importancia socioeconómica y territorial pueden destacarse las inundaciones, las secuencias de sequía, los temporales de viento, los episodios de frío y calor anormal, las tormentas violentas con caída de granizo, los tornados... Y junto a ellos, algunos peligros de causa múltiple, donde el origen meteorológico juega un papel destacado, como las avalanchas de nieve o los deslizamientos de terreno (ATLAS, 2019).

A respecto de tales consecuencias, National Geographic (2019) lanzó un reportaje, España cada vez más vulnerable al cambio climático¹⁴, puntuando los principales fenómenos impulsado por el cambio climático que influyen directamente en el país (1. Aumento del nivel del mar; 2. Sequía; 3. Olas de calor; 4. Pérdida de glaciares; 5. Especies invasoras; 6. Inundaciones; 7. Incendios forestales; 8. Desertificación). Dentro de esa estirpe de estudio relacionado con la presente investigación, vale la pena señalar un poquito más, de manera breve, sobre algún de ellos que, en cierta medida, hay relación con el enfoque principal del trabajo, las inundaciones.

Aumento del nivel del mar:

Se espera que este siglo se produzca un aumento de entre 10 y 68 cm del nivel del mar en las costas españolas. Las zonas más vulnerables son los deltas y las playas. Este fenómeno causará pérdidas de un número importante de playas, sobre todo en el Cantábrico, y provocará la inundación de buena parte de las zonas bajas costeras especialmente los deltas del Ebro, el Llobregat y la Manga del Mar Menor.

Asimismo, ciudades como A Coruña, Gijón, San Sebastián, Barcelona, Valencia o Málaga, por citar solo algunos ejemplos, se enfrentarán al hundimiento de parte de su callejero. El aumento del nivel del mar también puede favorecer la intrusión de agua marina y la salinización de acuíferos costeros, un problema que se acrecienta con la explotación de recursos derivados de la urbanización de zonas cercanas al mar, requiriendo una mayor cantidad de agua extraída del subsuelo para abastecimiento.

También hay la cuestión que casi la mitad de la población española vive en la costa, que sólo supone el 8,8% de la superficie total de España y que, de las diez mayores ciudades españolas, sólo Madrid y Zaragoza están fuera de la franja litoral. Esto agrava aún más la situación, ya que además del problema del creciente nivel de las mareas, que reducirá claramente la superficie de la costa,

¹⁴ Disponible en: https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/actualidad/espana-cada-vez-mas-vulnerable-cambio-climatico_13572/7#slide-6

invadiendo y reduciendo el tamaño de las playas, el fenómeno ocurrirá en grandes ciudades urbanizadas y densamente pobladas, cada cual con su debida importancia económica y turística.

Olas de calor:

Las construcciones, los pavimentos no permeables y el trazado asfálticos de la red viaria modifican los balances de la radiación entre el suelo y el aire, reducen la evaporación, aumentando la escorrentía superficial y disminuyendo la velocidad del viento a la vez que aumenta la turbulencia (García, 2009). Todo eso favorece un clima urbano característico en las ciudades, principalmente grandes metrópolis, cuyo rasgo más destacable es el aumento de las temperaturas, el cambio en la calidad del aire, así como también influencia directamente en las inundaciones por falta de espacios permeables que podrían ser utilizados para el drenaje del agua de lluvia.

Las olas de calor son cada vez más frecuentes y los escenarios futuros barajados por Greenpeace indican que se repetirán cada verano y superarán los récords de temperaturas hasta ahora registrados. De hecho, este fenómeno ya se ha duplicado desde que tenemos datos y en la práctica se está generando un estrés hídrico que mata bosques enteros, influenciando en gran medida en el aumento del consumo de electricidad y calidad de vida de la población. Desde 1975, la duración de las olas de calor ha ido en aumento en España y en 2015 se sufrió un episodio de 26 días de duración y si no se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero, en el año 2100 podrían durar hasta tres meses.

Este fenómeno también puede causar cambios en los niveles de precipitación. Las olas de calor y las escasas precipitaciones provocan sequías y crean condiciones favorables para que se produzcan incendios forestales. Las olas de calor y las fuertes tormentas debidas al aumento de la temperatura, con grandes volúmenes de agua, incluso en un corto período de tiempo, provocan inundaciones por la ciudad, especialmente en los pequeños ríos que no tienen la capacidad de soportar tal volumen de agua, desbordándose.

Pérdida de glaciares:

En España se han perdido ya más del 80% de los glaciares pirenaicos y para 2050 podrían desaparecer irreversiblemente. El del Monte Perdido ha decrecido de media 5 metros de grosor en las últimas décadas, aunque hay puntos en los que son hasta 14 metros menos. En general retrocede un metro al año. De los 52 glaciares que había en 1850 han desaparecido ya 33, la mayoría de ellos después de 1980. Las 3.300 hectáreas de lenguas de hielo que existían a principios del siglo XX en el Pirineo se han reducido a 390 (National Geographic, 2019).

Es evidente que esta agua derretida seguirá su curso hacia el suelo, los ríos y los mares, lo que favorece tanto el aumento del nivel de los mares y los ríos como la inundación del suelo permeable o, en el peor de los casos, del entorno urbano consolidado. Y también podemos mencionar las consecuencias

para el medio ambiente, como el aumento de la temperatura del aire y el efecto causado en la biodiversidad, entre otros.

En continuación, el resultado de la Evaluación preliminar general de los impactos en España por efecto del cambio climático (ECCE 2005) pone que el aprovechamiento y gestión de varios sectores, recursos y servicios, que garantizan el desarrollo y bienestar del país, pueden verse muy afectados, dependiendo directamente del clima como el turismo, la agricultura y la salud.

Según Acuña, Gutiérrez y Picatoste (2011), el incremento y los costes asociados a fenómenos extremos agregan problemas que ya afrontan la disponibilidad y calidad del agua, la estabilidad de las costas, la conservación de los suelos ante la desertificación, el riesgo de incendios, o la conservación y uso sostenible de la biodiversidad.

Los cambios climáticos pueden ser cruciales en lo que respecta, por ejemplo, al turismo, pues España recibe un gran número de turistas todo los años para descubrir su rico y memorable patrimonio histórico y natural, y, debido al considerable aumento de la temperatura, especialmente durante la temporada de verano donde seguramente puede ocurrir intensas olas de calor, la probabilidad de surgir una gran falta de interés como destino turístico para los viajeros en favor de otros lugares situados más al norte é bastante grande. De igual manera, otro ejemplo es el aumento del nivel del mar, invadiendo las zonas costeras y disminuyendo cada vez más la superficie de las playas, o las lluvias fuertes, que pueden acarretar en inundaciones de ríos, la gente no elegirá visitar lugares que pasan por cosas como esta, que sin duda influirá en la economía una vez más.

Asimismo, los incendios forestales, la desertificación, las sequías que hieren vehementemente los bosques, las selvas y los medios naturales de vegetación, que influyen directamente en la agricultura y en la calidad del aire, lo que da lugar a problemas orientados a la alimentación y salud, generando también la alteración de la biodiversidad y especies invasoras. En otras palabras, al final, entre tantas consecuencias, siempre hay una relación entre un fenómeno que influye en el otro, y lo potencia, negativamente. De hecho, más adelante será tratado en detalle la cuestión de las inundaciones, sus riesgos, causas, daños y medidas de mitigación. Sin embargo, lo más seguro que podemos decir sobre el tema en general es que siempre todo se traduce en pérdidas, ya sea para la población local, los visitantes, como en la calidad de vida, la infraestructura, la salud, los servicios gubernamentales o la economía.

2.3. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA LEGISLACIÓN ESPAÑOLA Y OTROS DOCUMENTOS DE REFERENCIA

La adaptación al clima, según Sánchez (2019), incluye como estrategia de actuación soluciones que integren la infraestructura verde con el fin de minimizar los riesgos derivados del cambio climático pues la participación de la infraestructura verde en el control de riesgos, sus posibles déficits y la contabilización de la población expuesta a las diferentes amenazas, son datos necesarios para evaluar la capacidad de adaptación de un ámbito urbano. El también propone soluciones basadas en la naturaleza con el objetivo de asegurar que los cambios en las áreas urbanas sean respetuosos con el medio ambiente, mejorando la calidad de vida. Además, la disponibilidad de suficiente espacio libre próximo a las áreas afectadas facilita la gestión de eventos extremos y sirve de complemento a equipamientos e infraestructuras de primer orden.

En particular, estoy completamente de acuerdo con él, ya que siempre debemos respetar y aspirar una mejor convivencia con el entorno natural, manteniendo la integración entre la naturaleza y el entorno construido. Esto puede expresarse tanto en el plano arquitectónico como urbanístico, donde en el primer caso tenemos una escala más reducida, enfocada más a la construcción civil con un correcto estudio de las orientaciones solares, aplicación de tejados de jardín, uso de materiales sostenibles que dañen lo menos posible el medio ambiente, etc; y, la segunda, un nivel más administrativo y de gran importancia para gestionar el entorno urbano con la aplicación de la legislación que proyecta tanto el territorio verde como la correcta ocupación del suelo en general, aplicación de pavimentos permeables y vegetación con la disposición de los parques por la ciudad, generando beneficios inconmensurables en la calidad de vida de los ciudadanos y de la propia ciudad, como por ejemplo, podemos citar la mejora en el aumento de las temperaturas, la regularización de las precipitaciones y humedad del aire.

Sánchez (2019) también cree que la identificación de áreas sensibles o útiles en el planeamiento urbanístico para afrontar el cambio climático podrán definir los requisitos de planificación y ordenación que respondan a la especificidad del problema climático y propone una nueva forma de planificación, integradora de estrategias de adaptación que son:

- La convergencia con los criterios de sostenibilidad para afrontar el cambio climático.
- El papel de la participación pública de todos los actores y sectores implicados en la toma de decisiones y en la identificación de situaciones relacionadas con el clima y el territorio, así como en el seguimiento del proceso.
- La necesaria adaptación metodológica de la herramienta de planificación y su seguimiento a las características propias del cambio

climático a través de la configuración de escenarios urbanísticos alternativos y con el seguimiento de indicadores.

- La incorporación de la variable climática en el proceso de planificación

Todos son de suma importancia para mí, y, todavía, destaco la última, ya que el descuido del cambio climático y la falta de profesionales en el campo de la arquitectura y el urbanismo para hacer frente al problema es notable. Las estrategias de ordenación del territorio y los planes urbanísticos deben prestar una atención especial a la información climática, tanto en la elaboración de normativa técnica sobre edificación, como para una conveniente realización de los proyectos considerando las características climáticas del área en que se vayan a ubicar los edificios. Se trata, en definitiva, de desarrollar normas que conduzcan al uso óptimo de las condiciones climáticas en los dos sectores.

Cantos (2004) también cree en la importancia de incorporar mejor la variable climática en un documento de ordenación del territorio, especialmente en la escala local. En la elaboración, ese análisis del riesgo natural debe incluir algunos aspectos como el conocimiento de los elementos del medio físico y geográfico con la debida confección de un sistema de información geográfica y un reconocimiento de los peligros naturales que afectan a un territorio; análisis del medio físico como riesgo, su valoración inicial del grado de riesgo, delimitación de territorios de riesgo, trabajo de campo y percepción del riesgo; análisis de políticas y prácticas de defensa con aspectos legislativos, elaboración de cartografías de riesgos (causas, zonas de riesgo y medidas de defensa), y por fin, conclusiones y recomendaciones que incorporen resultados en los documentos de ordenación territorial.

El ECCE (2005) recomienda para los riesgos de crecidas fluviales la mejora de la cuantificación del riesgo y prevención en relación con la climatología y la ordenación territorial, sobre todo en las zonas urbanas y centros turísticos, particularmente en los mediterráneos. También aconseja una mejora en los sistemas de predicción de cuenca. Ya para los riesgos de inestabilidad de laderas, sugiere la planificación territorial y urbana, la mejor y más económica herramienta adaptativa, evitando las áreas más susceptibles a la inestabilidad de ladera.

El 4AR presenta proyecciones que se puede concluir que la medida más eficaz en la lucha contra el reto del cambio climático será un acuerdo de mitigación que permita limitar el calentamiento y sus impactos evitando traspasar determinados umbrales. No obstante, las claves para hacer frente a estos desafíos derivados del calentamiento global en las ciudades para Ruigómez (2015) son las siguientes:

- Utilización de un urbanismo compacto y de mayor densidad edificatoria
- Coordinación entre el planeamiento urbano y el transporte público
- Mejora considerable de la eficiencia energética y, sobre todo, la reducción drástica de las emisiones de los edificios
- Optimización en el ciclo integral del agua

Los países más vulnerables que son los menos responsables por el problema, debido a su bajo desenvolvimiento, siguen estando en desventaja otra vez, pues según Acuña, Gutiérrez y Picatoste (2011), los países que sean capaces de adaptarse más rápido y mejor a las nuevas condiciones esperadas, es decir, los países más desarrollados, estarán en mejor situación de asegurar su sostenibilidad y su competitividad, pues la adaptación al cambio climático puede tener el efecto doble de permitir anticipar los riesgos para reducir o minimizar los efectos negativos, y, por otra parte, identificar y abordar las nuevas oportunidades de desarrollo, innovación y negocio que puedan presentarse, como, por ejemplo, la apertura de nuevas rutas polares de navegación en el hemisferio Norte.

Con todo, podríamos señalar muchas medidas más, pero cada sitio tiene sus propias peculiaridades y propensión a fenómenos específicos, haciendo el tema demasiado amplio. Lo que es bastante cierto, aparte de sus claras consecuencias, embazado en los estudios de los autores ya presentados en ese trabajo, es la implantación urgente de políticas públicas de reducción de la vulnerabilidad ante los desastres, las cuales actualmente, en general, son en su mayoría insuficientes.

La Conferencia Europea de Ministros responsables de ordenación del territorio (CEMAT) aprobó, en septiembre del año de 2000, los Principios Directores para el Desarrollo Territorial Sostenible del Continente Europeo, donde se establecen 10 principios generales para una política de ordenación sostenible para Europa y entre ellos, se destacan dos directamente relacionados con los riesgos naturales: la reducción de las agresiones al medio ambiente (objetivo 5) y, un poco más específico, la limitación preventiva de los efectos de las catástrofes naturales (objetivo 10), que recomienda medidas preventivas en la ordenación territorial para reducir los daños y la vulnerabilidad.

Las normativas adelantes se han incorporado medidas para integrar la adaptación al cambio climático:

- Real Decreto 1274/2011, de 16 de septiembre, por el que se aprueba el Plan Estratégico Estatal del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino.
- Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de Evaluación y Gestión de riesgos de inundación.
- Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción de Planificación Hidrológica.
- Orden ARM/2444/2008, de 12 de agosto, por la que se aprueba el Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación.
- Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural.
- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.

- Real Decreto 895/2017, de 6 de octubre, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

Más recientes, hay en concreto el Proyecto de Ley de Cambio Climático y Transición Energética¹⁵, aprobado en mayo de 2020, articulando una respuesta del país al desafío del cambio climático, orientando la acción e integrando objetivos y herramientas en nombre de minimizar los impactos negativos para la economía, la sociedad y los ecosistemas. Es el principio de la tramitación parlamentaria del primer proyecto legislativo para que España alcance la neutralidad de emisiones, no más tarde de 2050, con criterios científicos en coherencia con las demandas de la ciudadanía. En definitiva (y en la teoría), solo emitirá la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) que sus sumideros puedan absorber.

Por un lado, enfatiza las demandas generales de la sociedad ante la respuesta a la emergencia climática, y por otro, las sugerencias y alegaciones que se han ido recibiendo en su proceso de elaboración. No obstante, en un contexto de reactivación de la economía frente al COVID-19, el proyecto posiciona España para que aproveche las oportunidades que abre la transición ecológica en términos de modernización de la economía, atracción de inversiones, de una nueva reindustrialización y de generación de empleo de calidad. En él se plantea cómo prevenir los impactos de cambio climático, cómo reducir sus causas, cómo modernizar nuestra industria, nuestro tejido social, cómo facilitar distribución equitativa de la riqueza en el proceso de descarbonización o cómo llevar a cabo una transición justa¹⁶.

Sin embargo, hay que destacar también los documentos que abordan la temática de la ordenación urbanística y el cambio climático ya aprobados, que son:

La Estrategia Local de Cambio Climático (RECC, 2008): De la Red Española de Ciudades por el Clima, consiste en el primer esfuerzo que se hace en España por facilitar a la escala local herramientas para la elaboración de planes, programas y medidas concretas, que permitan aplicar las determinaciones de la Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia¹⁷. once documentos que estructuran las acciones focalizadas a mitigar y adaptar a los municipios frente al clima.

¹⁵ Más información en: https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/proyectedeleydecambioclimaticoytransicionenergetica_tcm30-509256.pdf

¹⁶ Disponible en: <https://porelclima.es/equipo/3563-el-proyecto-de-ley-de-cambio-climatico-y-transicion-energetica-en-manos-de-las-cortes>

¹⁷ Disponible en: http://www.oscc.gob.es/es/general/salud_cambio_climatico/eccel_es.htm

“Manual de Planeamiento Urbanístico en Euskadi para la Mitigación y Adaptación al Cambio Climático” (2012): El documento recopila las medidas posibles a desarrollar en el ámbito del País Vasco para la mitigación y la adaptación en función de escenarios de clima futuros para la región climática. El documento se estructura como una guía de criterios no vinculantes, indicando que No es, por lo tanto, un documento con carácter normativo y obligatorio. Surge con la voluntad de ayudar a los municipios que decidan utilizarla en la aplicación a su actividad planificadora de criterios sensibles a la problemática del cambio climático.

“Medidas para la mitigación y la adaptación al cambio climático en el planeamiento urbano” (2015): La denominada Guía de Guías ha sido elaborada por la Red Española de Ciudades por el Clima, ofrecer orientación para hacer frente al cambio climático en la escala municipal. Para ello se incorpora en el documento para cada área temática, las estrategias, la escala adecuada de planeamiento y las medidas de sostenibilidad que acompañan.

Además, algunos municipios han elaborado planes de acción contra el cambio climático, como la Junta de Andalucía, que adoptó en 2002 la Estrategia Andaluza ante el Cambio Climático, siendo la primera comunidad autónoma de toda España en dar este paso. La iniciativa se hizo visible en 2007 con la aprobación del Plan Andaluz de Acción por el Clima (PAAC) 2007-2012: Programa que se divide en Mitigación; Adaptación y Comunicación; Participación, donde sus objetivos son reducir en un 19% las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, lo que equivale pasar de las 8 toneladas de CO₂ per cápita a las 6,5 en 2012; duplicar el esfuerzo de reducción de emisiones de GEI en Andalucía; incrementar los sumideros de CO₂ para ayudar así a paliar los efectos del cambio climático; y desarrollar las herramientas necesarias para actuar frente a él. Además, paralelamente, y ante las evidencias de que el cambio climático es hoy día un problema medioambiental de primer orden, la Administración andaluza está desarrollando un Programa de Adaptación en el marco del Plan Andaluz de Acción contra el Clima. La intención de esta medida es realizar análisis de sensibilidad, vulnerabilidad e impacto del cambio climático sobre los principales afectados por las consecuencias del cambio climático: el ecosistema y la ciudadanía en su conjunto¹⁸.

A continuación, un poco más reciente, hay la Estrategia Balear del Cambio Climático 2013-2020 fue aprobada por la Comisión Interdepartamental sobre el Cambio Climático en 2013 y la estrategia se redacta con el fin de plasmar los objetivos y las actuaciones necesarias para conseguir reducir las emisiones de GEI y adaptación a los efectos provocados por el cambio climático. Además, en 2014 fue aprobado el Plan de Acción de Mitigación contra el Cambio Climático en las Illes Balears 2013-2020, estableciendo medidas concretas con una

¹⁸ Disponible en: http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/pacc/menuitem.f0b2b1e23eb863d9490cda105510e1ca/?vgnnextoid=090de185d4693210VgnVCM10000055011eacRCRD&vgnnextchannel=c00c1e9604273210VgnVCM10000055011eacRCRD&lr=lang_es

repercusión directa sobre las emisiones GEI. Define cada medida por sector, indicando la acción, el indicador de medida, el responsable de su implantación, el cronograma, las variables de sostenibilidad (económica, ambiental y social) y el presupuesto necesario. A nivel sectorial aborda tanto los sectores ETS (actividades sometidas al comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en las Illes Balears) como los difusos y las medidas están encaminadas a reducir las emisiones tanto del productor como del consumidor. No obstante, a pesar de continuar vigente, la mayor parte las acciones han sido revisadas por la Ley 10/2019, de 22 de febrero, de cambio climático y transición energética.

Ya Castilla y León, la Comunidad de Madrid y de Extremadura, también tienen programas, pero con estrategias más desfasadas, que no han variado desde hace años, además de la falta de adaptación a los nuevos compromisos reclamados por Europa y la comunidad científica. No obstante, peor aún es el caso de La Rioja, Murcia, Asturias y Galicia que todavía ni siquiera han esbozado programas específico¹⁹.

Sin embargo, mismo que hace algún tiempo ya que Andalucía y Baleares tienen sus propias leyes relativas al cambio climático, en ninguno de los dos casos han alcanzado los objetivos marcados. Pero, lo destaque vaya a Barcelona, que actualizado sus planes recientemente y conta con una planificación específica, el Plan Clima 2018-2030, cuyos cuatro ejes principales son la mitigación, la adaptación, la acción ciudadana y la justicia climática. La táctica también se compromete a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 40% hasta 2030 y a aumentar 1,6 km² de verde urbano como medida de adaptación²⁰.

No obstante, vale destacar también que el Plan Clima fue premiado como la mejor iniciativa de las grandes ciudades europeas otorgado por el Pacto de Alcaldes y alcaldesas por el Clima y la Energía. Esta es una iniciativa mundial de ciudades para la acción local en clima y energía que agrupa más de 7000 autoridades locales y 51 regiones. Barcelona ha recibido el premio Ciudades del Pacto destacadas (Covenant cities in the Spotlight) en la categoría de grandes ciudades²¹.

Aragón también actualizo sus Estrategias frente el Cambio Climático (EACC 2030)²² con el objetivo de contribuir a la reducción del 40% de las

¹⁹ Disponible en: <https://ethic.es/2019/10/la-ley-de-cambio-climatico-que-nunca-llega-las-comunidades-toman-la-delantera/>

²⁰ Disponible en: <https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/es/que-hacemos-y-porque/energia-y-cambio-climatico/plan-clima>

²¹ Disponible en: <https://www.lavola.com/es/2018/11/08/barcelona-tiene-un-plan-contra-el-cambio-climatico/#:~:text=El%20Plan%20Clima%20de%20Barcelona,autoridades%20locales%20y%2051%20regiones.>

²² Disponible en: <https://www.aragon.es/-/estrategia-aragonesa-de-cambio-climatico-eacc-.horizonte-2030>

emisiones de gases de efecto invernadero, reducir un 26% las emisiones del sector difuso y aumentar la contribución mínima de las energías renovables hasta el 32% sobre el total del consumo energético. Además de Integrar las políticas de cambio climático en todos los niveles de gobernanza y desarrollar una economía baja en carbono en cuanto al uso de la energía y una economía circular en cuanto al uso de los recursos.

Vale la pena citar también algunos ejemplos de planes que enfatizan la prevención de riesgos en general, pero, que encaja en el tema, ya que las consecuencias del cambio climático resultan en distintos tipos de riesgos como ya mencionados anteriormente.

Un buen ejemplo a destacar, es el Plan Territorial De Emergencias Del Municipio De Alicante (PTEMA, 2013)²³, tiene como objetivo obtener la máxima protección para las personas, el medio ambiente y los bienes que puedan resultar afectados en cualquier situación de emergencia, estableciendo para ello una estructura de organización jerárquica y funcional de los medios y recursos, tanto públicos como privados en el municipio, que permita hacer frente a situaciones de riesgo o emergencia grave.

La previsión del riesgo, en este caso, adquiere su máximo grado de detalle y su máxima información para la toma de decisiones operativas, la planificación de las mismas y la adopción de las correspondientes medidas preventivas, los cuales se incorpora la información pormenorizada del término municipal y el ámbito de estudio se reduce al propio ayuntamiento, la gradación del riesgo resultante puede diferir de la establecida a nivel autonómico pero, en cualquier caso, se convierte en un elemento positivo para la realización de los programas presupuestarios y políticas de prevención dado que pueden establecerse prioridades en los objetivos para la reducción de catástrofes en el ámbito municipal.

No obstante, en el caso de la Comunidad Valenciana, una de las funciones de los municipios consiste en elaborar los inventarios de riesgos. Esa obligación se inicia con la toma de datos existentes para la justificación técnica del Plan Territorial Municipal. Una vez creada la estructura municipal y aprobado el Plan, se deberá ir actualizando los datos correspondientes en función de los eventos que se presenten.

Otras comunidades autónomas también han desarrollado planes similares, como Plan Territorial De Emergencias De Galicia (2009)²⁴, El Plan Territorial de Emergencia de Andalucía (2011)²⁵, El Plan de Emergencia

²³ Disponible en: <https://www.alicante.es/es/documentos/plan-territorial-emergencias-del-municipio-alicante>

²⁴ Para más información: https://cpapx.xunta.gal/c/document_library/get_file?folderId=127859&name=DLFE-8406.pdf

²⁵ Para más información: <http://ierd.es/wp-content/uploads/2014/06/PTEAnd.pdf>

Municipal de Santander (2016)²⁶, El Plan Territorial de Emergencia de la Comunidad Valenciana (2019)²⁷, etc.

En síntesis, se trata de plantear una concepción de ciudad que tenga en cuenta la problemática que engloba los límites ambientales, en la que se prioricen y valoran los criterios medioambientales, tanto en las decisiones de planificación o regeneración / rehabilitación urbana, como en las actuaciones puntuales que se desarrollen en las mismas. Minimizar la huella ecológica urbana; el consumo energético y la emisión de gases de efecto invernadero; materiales y la generación de residuos; Optimizar el ciclo integrado del agua; Minimizar la afección a la biodiversidad y la biocapacidad urbana; Asegurar una calidad del aire; criterios bioclimáticos; Movilidad sostenible; balance mínimo de nuevo consumo de suelo por la urbanización; Incremento de la resiliencia urbana ante riesgos y catástrofes; implementación de sistemas inteligentes con una gobernanza para asegurar ciudades integradas.

La presente obra trata de centrarse, debido a la complejidad del tema, como ya se ha mencionado, en una de las esferas más importantes de los daños causados por el calentamiento global, las inundaciones, en la que estaremos expuesto más profundamente el problema y se abordarán más a fondo todavía las cuestiones en las que existe la posibilidad de adoptar iniciativas prometedoras mediante el uso del urbanismo resiliente.

²⁶ Para más información: <http://santander.es/ciudad/plan-emergencias>

²⁷ Para más información: http://www.112cv.gva.es/documents/163565706/163566493/15_D119_2013_PTECV.pdf/e76b8233-a9c8-4109-8afe-42faf25a4c3e

2.4. EL CASO DE LAS INUNDACIONES EN ESPAÑA: UNO DE LOS PRINCIPALES MOTIVOS PARA SER RESILIENTE

De acuerdo con las referencias presentes en ese trabajo, ya hemos visto que, como consecuencia del cambio climático, se producen precipitaciones más intensas, tormentas más severas y sube el nivel del mar, aumentando el riesgo local y regional en la intensidad y la frecuencia de las inundaciones, las cuales, se agravarán en tipologías fluviales, pluviales y costeras, que se abordará más específicamente cada una de ellas más adelante.

No obstante, el tema del estudio en cuestión es el ejemplo más sobresaliente de desastre que acontece cada vez más en gran parte del mundo como consecuencia del cambio climático y al igual, uno de los principales motivos que las ciudades se preparan para ser resiliente. Además, las pérdidas económicas por inundaciones a nivel europeo han aumentado de forma considerable en las últimas décadas y entre las causas de este incremento de daños, Marquínez, et. al. (2017) señala que, se incluye el crecimiento de la población y de las actividades humanas sobre las zonas inundables, especialmente debido a la aplicación de medidas estructurales como encauzamientos.

Palencia (2017) cree que esa situación ha generado un incremento en los daños, así como tenemos también las consecuencias del desbordamiento de cauces, ocupaciones inadecuadas del litoral y un aumento en la intensidad de las precipitaciones de carácter urbano, además, hay fuertes presiones de transformación que han generado un crecimiento significativo del suelo urbanizado. Sin embargo, resulta por lo tanto evidente, tal y como señalan este y otros expertos, que las inundaciones constituyen el riesgo natural más importante teniendo en cuenta su elevada incidencia social y económica.

También me parece importante comentar que los desastres naturales que se han repetido con mayor intensidad y frecuencia, destacando sobre todo el caso de las inundaciones, fenómeno que es demostrado y prácticamente cuantificado en todo el mundo como causador de grandes daños al medio urbano y a la sociedad, pueden ser considerados un reflejo de la globalización mundial, donde ciertos problemas de origen "natural" y sus debidas estadísticas (y principalmente los daños) se exponen más, poniendo de relieve la magnitud del peligro de la situación en la que nos encontramos y a la que podemos enfrentarnos.

La vulnerabilidad relacionada con las inundaciones, se puede distribuir en tres grandes categorías distintas, según PATRICOVA (2019), que son: la de carácter económico, que se evaluó con una valoración estrictamente monetaria (según la relación de los usos del suelo establecidos en el SIOSE y la magnitud de la inundación); La de carácter social, a partir de los equipamientos y servicios estratégicos (teniendo en cuenta la vulnerabilidad de los usuarios y el

impedimento al desarrollo normal de los servicios) y, por fin; La variable ambiental, que se tuvo en cuenta por las afectaciones y daños sobre el medio natural (contaminación, deterioro, pérdida, etc.).

No obstante, son consideradas en Europa uno de los desastres naturales más importante en volumen de afectados y pérdidas causadas y, por lo tanto, el incremento de fenómenos singulares asociados a tormentas y temporales marítimos hace con que este sea un asunto de especial interés, muy particularmente en España, donde las inundaciones constituyen el mayor riesgo natural. Además, en los últimos años se han registrado más del doble de inundaciones repentinas de magnitud media o elevada en España al final de la década de 1980.

National Geographic (2019) diagnosticó que los vientos más húmedos y el mar más cálido se traducen en un aumento del riesgo de inundaciones en el Mediterráneo. Habrá también más olas de calor, veranos más calurosos con noches tórridas y un aumento de las lluvias torrenciales, todavía, lo que se agudiza sobre todo los efectos relacionados con la intervención humana, como los cambios de usos del suelo y la ocupación del territorio.

Rodríguez (2017) asegura que los riesgos asociados a fenómenos hídricos y costeros implican tanto en número de víctimas producidas como en daños patrimoniales y ambientales muy significativos, en el ámbito mundial y en el ámbito nacional, donde se superan las 50 muertes como media anual relacionadas a ese tipo de riesgo, dañando entorno del 2,5% del PIB como media anual a largo plazo y una tendencia sostenida creciente. Él señala aún que, en España, tenemos más de 11.000 km con este tipo de riesgo, correspondiendo los ámbitos fluviales a unos 9.555km (914 localizaciones) y los costeros a unos 11.027km (1.342 localizaciones).

El resultado es que, según estos datos, alrededor del 6% de la población española se ubica en zona de riesgo de inundación para la avenida de 500 años de periodo de retorno, siendo esta cifra del 4,2% y del 1,5% para las avenidas de 100 años y 10 años, respectivamente.²⁸

Las reducciones medias de escorrentía anual para España podrían ser del orden del 8/100 para 2011-2040, del 11 al 16 /100 para 2041-2070 y del 14 al 28 /100 para 2071-2100, en función del escenario de emisiones considerado, afirma Acuña, Gutiérrez y Picatoste (2011) a respecto de los recursos hídricos.²⁹

Con la obtención de estos datos, podemos notar, una vez más, la dimensión de tal cuestión y destacar lo valioso que es, y debe ser cada vez más, la actuación del arquitecto y el urbanista frente a todo esto, así como de los

²⁸ (Arpáis - MAGRAMA) actualización de octubre de 2015.

²⁹ Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos en régimen natural. Memoria 2011. Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, Dirección General del Agua & Oficina Española de Cambio Climático

geógrafos y todos los profesionales competentes para luchar contra este escollo. Ser conscientes del reto al que enfrentamos es el primer paso para difundir la idea a las personas menos interesadas en este tema, tanto públicas (población) como privadas (gobierno).

Cantos (2004) sostiene que los principales fenómenos de inundación ocurridos en España tienen una característica común, la de ser inundaciones-relámpago, inundaciones torrenciales, en cuencas hidrográficas medianas y pequeñas, destacando todavía los acontecimientos de 1962 en la cuenca del Besós (Barcelona) con casi 800 muertos; 1973 en Granada-Almería-Murcia con casi 300; 1982 en la Pantanada de Tous con 38 fallecidos; 1983 en País Vasco con 40 muertos y 1989 en la fachada mediterránea española con 42 muertos.

A respecto de los aumentos de las inundaciones, Cantos (2004), manifiesta que hay dos posicionamientos distintos, la primera es la postura técnica-administrativa que defiende que se estarían produciendo más episodios de inundación por causa climática, que eso es fruto de la imprevisibilidad, del azar de la propia naturaleza y ello traería como consecuencia la génesis de mayores desastres; y la segunda, es la postura ético-geográfica, en virtud del análisis de la realidad territorial del espacio geográfico a partir del trabajo de campo, el riesgo ante episodios de inundación se habría incrementado, sobremanera, en amplias zonas del territorio español con la implantación de usos urbanos y ocio y ello habría provocado un aumento de la vulnerabilidad de las poblaciones asentadas en territorios de riesgo.

Es sencillo apuntar que la infraestructura de la ciudad es mala cuando arrojamamos basura en las alcantarillas; que no está bien caminar sobre pavimentos impermeables con piedras o arena y asimismo desear buen drenaje de la precipitación; desechar plástico en los ríos y océanos y criticar las playas por no estar limpias y hermosas; construir en zonas irregulares y maldecir la lluvia cuando ocurre algún desastre. Culpar a la naturaleza es muy conveniente cuando somos nosotros los que somos responsables del descuido humano con el medio ambiente, la mala administración de los recursos y los principales impulsores de las alteraciones climáticas.

En el litoral mediterráneo español proliferan los ejemplos de incorporación de cauces fluviales (rieras, ramblas, barrancos) al casalicio. Ello eleva el grado de exposición de las poblaciones residentes y, en última instancia, la propia vulnerabilidad de las sociedades allí ubicadas. Hay también la cuestión que la demanda de viviendas para residencia de inmigrantes europeos es creciente en el litoral mediterráneo pues el comprador extranjero no es consciente del peligro que supone la adquisición de una vivienda junto a cauces de ramblas y barrancos ya que, de entrada, desconoce los rasgos del medio físico del territorio donde se ubica dicha vivienda (Cantos, 2004).

La verdad es que, no se ha producido un incremento en la frecuencia de desarrollo de episodios de inundación, pero si ha aumentado el riesgo ante este

peligro natural debido al aumento de la vulnerabilidad y exposición ante sus efectos (Cantos, 2008).

Sobre todo, vale la pena señalar también que, de acuerdo con Marquínez, et. al (2017), los beneficios de la acción previsora público-privada por inundaciones en España son, sin embargo, poco conocidos todavía. Hasta la década de los años 90 España no disponía de instrumentos para la gestión de los espacios inundables. Probablemente la implantación de estos sistemas ha contribuido que el número de víctimas mortales por inundación en el país se haya mantenido relativamente estable y se haya contenido el crecimiento de los daños materiales ya que, cada vez hay un mayor consenso en que el alerta temprana a la población y la concienciación de los afectados en la prevención de daños y la movilización rápida de bienes y personas es un elemento clave de la reducción de los impactos y pérdidas causados por las avenidas.

Pero, es importante destacar todavía, que las indemnizaciones por inundaciones son un problema digno de mención, ya que en el período de 1971-2002 se han incrementado de manera significativa, seguramente por el aumento del índice de aseguramiento, de las exposiciones y de los capitales asegurados, embazados en los datos fornecidos por el ECCE (2005). Agricultura, Salud y Vida son las áreas del seguro más afectadas como consecuencia del impacto del calentamiento global, según el informe Observatorio de Sostenibilidad (2019), los cuales, cuantifican en unos 800 millones de euros de media al año los daños que causan la costa española y el sector turístico inmobiliario.

Para Cantos (2004), la raíz de las crecientes pérdidas económicas son el incremento de la vulnerabilidad que lleva vinculado el crecimiento de la superficie edificada a partir de la ocupación de espacios poco seguros. De igual manera, Marquínez, et. al. (2017) cree que los factores socioeconómicos como el incremento de las propiedades aseguradas expuestas en España, el valor de estos activos y la penetración de los seguros se postulan como principales causas del aumento de las pérdidas esperables en el futuro, confirmándose igualmente una influencia de cambio climático antropogénico en las pérdidas en bienes asegurados, con eso, emergiendo la necesidad de mejorar el conocimiento de las pérdidas causadas por las inundaciones, la modelización de su comportamiento ante factores antropogénicos y la estimación de los beneficios (ahorros) derivados de la alerta temprana, la educación en la prevención de daños y la movilización rápida de bienes por parte de la población en riesgo.

De hecho, es más lógico pensar en invertir dinero en la planificación urbana de una ciudad, con una buena infraestructura, formas sostenibles de aplicar la construcción civil, la reutilización recursos y la aplicación de medidas que garanticen una mejor calidad de vida junto con la seguridad de la población, que tener que gastar millones después de un desastre para recuperarse y reconstruir solo lo básico. Es decir, la cuestión a considerar es, por qué no prevenir y apostar en la prevención en lugar de rápidamente tener que reparar

un daño que probablemente, en el próximo episodio, se producirá el mismo círculo vicioso.

Tipos de suelo y de inundaciones:

Las inundaciones, así como los deslizamientos, según Robaina (2008), se asocian principalmente con el uso de la tierra, por el hombre, sin que históricamente haya habido una preocupación por compatibilizar el desarrollo económico y social con la conservación del medio ambiente. No obstante, se debe entender el fenómeno de la inundación como un proceso donde las aguas ocupan, de forma temporal, terrenos normalmente secos, como consecuencia de la aportación inusual de un volumen de agua superior al existente en una zona determinada, considerándose como un evento que tiene carácter excepcional (PATRICOVA, 2019).

El suelo es la capa que se forma, en la superficie del terreno, consecuencia de la interacción entre la litosfera³⁰, la atmósfera³¹, la hidrosfera³² y la biosfera³³. Desempeña demasiadas funciones en el medio natural ecosistémico, como la retención de nutrientes y agua, cultivo de vegetación, agricultura y animales. Son también el principio clave para la resolución de grandes problemas y retos que la humanidad ya enfrenta y ha de enfrentar todavía en un futuro cercano donde, entre ellos, está el desafío del cambio climático y su mitigación (IGN, 2019).

Se cree que es necesario estudiar los tipos de suelo presentes en España para comprender un poco mejor sus propiedades y especialmente la absorción de agua, que está totalmente ligada a la extensión de las inundaciones.

Con eso, vale la pena decir, en primer lugar, que el suelo es un elemento complejo y, de forma simplificada, es compuesto por dos fases, la fase sólida que está constituida por partículas minerales de diversa naturaleza, composiciones, formas y tamaños, así como materia orgánica en distintos estados de degradación, con raíces de plantas y los microorganismos completando el sistema; y, también, la fase líquida, que es constituida por el agua, procedente de la atmósfera o de infiltraciones del suelo, y sus soluciones, procedentes de la alteración de los minerales del suelo y la materia orgánica³⁴.

³⁰ Capa exterior sólida de la superficie de la Tierra, que incluye la corteza y la parte superior del manto de la Tierra.

³¹ Capa de gases que rodea un planeta y es retenida por su atracción gravitacional; capa de aire que rodea la Tierra.

³² Conjunto das partes líquidas que cobrem parcialmente a superfície da Terra.

³³ Conjunto de ecosistemas existentes en el planeta Tierra; conjunto de todas las partes del planeta Tierra donde la vida existe o puede existir.

³⁴ Disponible en: <http://atlasnacional.ign.es/wane/Suelos>

Entre sus factores formadores, podemos destacar el clima, el material geológico, el relieve, los organismos vivos (especialmente la vegetación y la propia influencia humana), actuando conjuntamente a través del tiempo. (ADHARA, 2015). La actuación de estos factores formadores es producida mediante a los procesos de edafogénesis, que es el resultado de un largo proceso que se inicia con la disgregación mecánica de las rocas, acompañada por diversos procesos de meteorización química de los fragmentos que resultan de esa disgregación. Estas etapas iniciales permiten la instalación de unos primeros seres vivos (principalmente microorganismos) sobre ese substrato inorgánico. A partir de ese momento, los procesos vitales y metabólicos contribuyen a la meteorización de los minerales, acelerando todavía la edafogénesis y permitiendo la instalación de comunidades vegetales cada vez más complejas que, a su vez, también seguirán favoreciendo la formación del suelo (IGN, 2020).

A medida que los factores formadores van actuando sobre el suelo a través de los diferentes procesos edáficos, se va produciendo una organización de los componentes del suelo desde la superficie hasta la roca, cada cual, con distintas características, en diferentes capas donde es posible notar los rasgos perceptibles de color, estructura, textura, así como también permitiendo comprender y describir mejor los tipos de suelos y sus propiedades, constituyendo, por fin, el perfil del suelo.

Dependiendo de los factores que han condicionado su desarrollo, los suelos españoles que se representan, de manera simplificada, según datos de IGN (2020), pueden dividirse en:

Suelos cuya génesis ha estado muy condicionada por las características topográficas:

Regosoles: poco desarrollados, formados a partir de materiales no consolidados y en áreas de pendientes acusadas. Tienen una capacidad agrícola muy escasa.

Leptosoles: muy superficiales, con poco espesor, que se forman sobre roca dura o áreas muy pedregosas, normalmente en laderas de fuerte pendiente. Son poco aptos para la agricultura.

Fluvisoles: formados a partir de materiales aluviales recientes aportados por los ríos. Tienen un alto interés agrícola.

Suelos minerales muy condicionados por el material sobre el que se han formado:

Arenosoles: originados sobre materiales arenosos, poco desarrollados, muy permeables y con escasa capacidad para retener agua y nutrientes.

Andosoles: de color oscuro, formados a partir de rocas volcánicas, bien evolucionados y fértiles.

Vertisoles: de color oscuro, contienen abundante arcilla, material que al secarse suele producir grietas verticales, anchas y profundas.

Suelos formados bajo condiciones áridas o semiáridas, con una alternancia de periodos secos y húmedos que favorece la precipitación de sales, carbonatos o yeso:

Solonchaks: con abundancia de sales.

Calcisoles: con acumulaciones de carbonato cálcico.

Gypsisoles: con acumulaciones de yeso.

Suelos minerales condicionados por su edad de formación, donde el tiempo transcurrido no es todavía suficiente para que se hayan desarrollado:

Cambisoles: desarrollados sobre diferentes tipos de sustrato son muy variables, aunque presentan siempre horizontes diferenciados. Permiten numerosos usos agrarios. Cuando se trata de Cambisoles húmicos ácidos se denominan Umbrisoles.

Suelos que se forman en regiones que presentan condiciones climáticas húmedas o subhúmedas al menos durante una gran parte del año:

Luvisoles: el intenso lavado de estos suelos durante la estación húmeda permite la acumulación de arcilla en los horizontes inferiores (Bt).

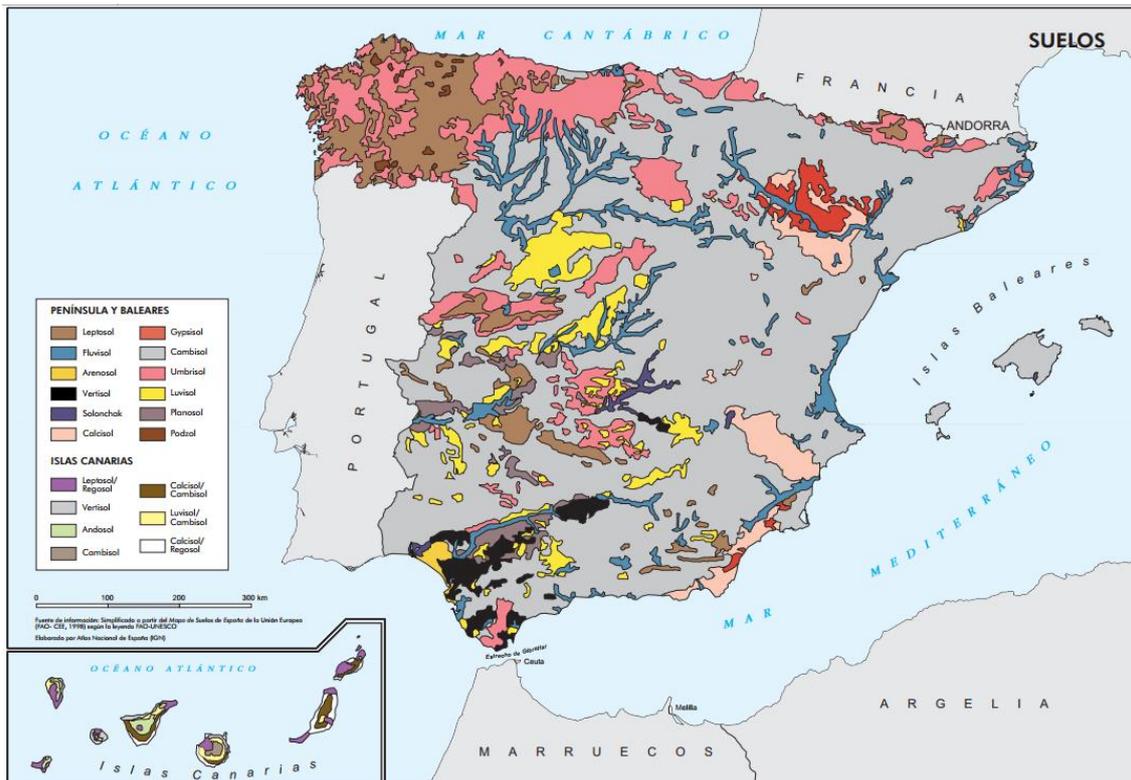
Planosoles: formado en zonas llanas o deprimidas, donde el suelo puede permanecer encharcado estacionalmente.

Podzoles: formados en áreas frías y siempre húmedas, presentan un color gris, y son muy ácidos por acumulación de humus en el horizonte A. Presentan una fuerte diferenciación en horizontes.

En el siguiente plan, podemos ver el territorio español y su diversificación de tipos de suelo en todo el país, con un claro predominio del cambisol sobre los demás³⁵.

³⁵ Para más informaciones,
https://www.ign.es/espmmap/mapas_bio_bach/Bio_Mapas_02.htm

disponible en:



PENÍNSULA Y BALEARES

Leptosol	Gypsisol
Fluvisol	Cambisol
Arenosol	Umbrisol
Vertisol	Luvisol
Solonchak	Planosol
Calcisol	Podzol

ISLAS CANARIAS

Leptosol/Regosol	Calcisol/Cambisol
Vertisol	Luvisol/Cambisol
Andosol	Calcisol/Regosol
Cambisol	

Ilustración 17 Tipos de Suelo en España

Fuente: IGN, 2020.

Las superficies de fuerte pendiente o inestables por su posición topográfica (como fondos de valle o llanuras de inundación), el suelo se rejuvenece continuamente por erosión o cumulización, lo que limita su desarrollo.

La importancia del agua acumulada en el suelo es muy variable en diferentes ámbitos del territorio español. En el sector más septentrional, atlántico-cantábrico, así como en las áreas montañosas más elevadas es fácil encontrar los suelos saturados de agua durante una buena parte del año. Sin embargo, en las zonas semiáridas, tan extensas en la península ibérica, es difícil que se cubra la capacidad de infiltración del suelo, llegando a saturarse, excepto en episodios de lluvias intensas. Los procesos kársticos, glaciares, fluviales y litorales han excavado depresiones cerradas que se rellenan de agua, es decir, lagos. Ahora bien, el volumen de reservas hídricas que globalmente contienen no es elevado mismo que los ríos y acuíferos sean los dominios hídricos de mayor importancia en el territorio español.

Los diferentes ámbitos morfosedimentarios, en los que se ha clasificado la peligrosidad de inundación geomorfológica, los que permiten conocer los mecanismos de producción y flujo de la escorrentía, así como las diferentes situaciones que no deben considerarse especialmente peligrosas por su menor frecuencia y magnitud están relacionado con la determinación que contribuye al cumplimiento del principio de precaución con el adecuado estudio de inundabilidad que permita concretar los parámetros de calado, frecuencia y extensión superficial de una inundación (PATRICOVA, 2019).

De hecho, más allá de eso, el origen de una inundación puede derivar de causas naturales como la consecuencia de fenómenos de la naturaleza, como lluvias, escorrentías, deslizamientos, deshielo, marejadas, maremotos, etc. O antrópicas, del fallo de las infraestructuras construidas por el hombre, tales como roturas de presas, fugas de conducciones, que además pueden agravar las inundaciones naturales con acciones inducidas que las interfieren o modifican. Adelante, serán expuesto un poco más sobre cada una de ellas.



Ilustración 18 Áreas con riesgo potencial significativo de inundación
Fuente: MAGRAMA, 2011.

Inundaciones Litorales o Costeras:

Suelen estar ligadas al aumento del nivel del agua del mar por fuertes temporales que también pueden coincidir con variaciones de la marea. Incluso pueden ser la consecuencia de tsunamis producidos por maremotos (terremotos)

marinos) y normalmente este tipo de inundación coincide, o se combina, muchas veces, con inundaciones terrestres (PATRICOVA, 2019).

El informe desarrollado por el observatorio de Sostenibilidad (2019)³⁶ destaca que 2,35% de la superficie artificial de la franja costera de la España peninsular y Baleares se encuentra en la lámina de inundación con periodo de retorno de 10 años; 2,56% en la Costa cálida (Mediterráneo y Atlántico sur), donde hay un predominio de construcción impulsada por el sector turístico inmobiliario; y 1,79% en la costa norte, que están las áreas urbanas históricas mucho más consolidadas tradicionalmente asentadas en el fondo de valles fluviales. En la lámina de 500 años los porcentajes respectivos son 8,91%; 10,47%; y el 4,63%.

En los próximos años, 977.000 personas podrían verse afectadas por inundaciones en las costas españolas. La provincia con mayor exposición para su población es Valencia, donde ya se contabilizan 380.000 habitantes afectados; seguida de Cataluña, con 190.000 y Andalucía con 130.000.

Las superficies artificiales situadas en áreas con riesgo de inundación son 7.100 has (10 años), 20.386 (100 años) y 26.863 (500 años) y las superficies artificiales más damnificadas por las aguas, pudiendo llegar a 27.000 hectáreas (en su franja costera) son:

Tiempo:	10 años	100 años	500 años
Porcentuales:	Cádiz, Girona y Valencia.	Valencia, Cádiz, y Gerona.	Valencia, Cádiz y Gerona.
Absolutos:	Valencia, Barcelona y Girona.	Valencia, Tarragona y Baleares.	Valencia, Tarragona y Asturias.

Tabla 2 las superficies artificiales más damnificadas por las aguas

Fuente: Elaboración propia.

Se ha de destacar tanto en términos absolutos como porcentuales la provincia de Valencia otra vez, como la que mayores extensiones artificiales están amenazadas por inundación en sus costas. El tramo de la costa entre el sur de Valencia Capital y el Cabo de la Nao en Alicante, es el que concentra mayor riesgo sobre la superficie urbana por inundaciones, pues en la costa norte peninsular hay un crecimiento urbano mucho menor, si bien, determinadas áreas urbanas, como Gijón, San Sebastián, Bilbao o Santander, al haber crecido sobre el curso final de los ríos de la cornisa cantábrica, tienen ciertas áreas con riesgo de inundación muy significativo. Ya la costa gallega, es la que concentra menos riesgo.

La destrucción causada por las inundaciones son el peligro natural que ha merecido mayor número de actuaciones de ordenación territorial, según Cantos (2004), y cualquier estudio detallado de un espacio geográfico tendría que tratar

³⁶ Informe Población en riesgo de Inundación en España en la franja de los primeros 10 Kilómetros de costa sobre los riesgos de inundación en las franjas costeras españolas, 2019

dicho medio como recurso y como riesgo, esto es, la peligrosidad natural que puede afectar a un proyecto y el posible efecto que su implantación en el territorio puede tener en la vulnerabilidad de la población residente.

El informe Observatorio de Sostenibilidad (2019) identificó 14 áreas costeras en España que acumulan una exposición crítica referente a inundaciones: Isla Cristina-Ayamonte (Huelva), Palmones Guadarranque (Cádiz), Bajo Guadalhorce (Málaga), Bajo Andarax (Almería), Cartagena (Murcia), San Javier-Los Alcázares (Murcia), Costa de Marina Alta (Alicante), Gandía-Oliva (Valencia), Alaquas-Catarroja (Valencia), Vinaroz Peñíscola (Castellón), Empuribrava-Santa Margarida (Gerona), Palma de Mallorca (Baleares), Gijón (Asturias), Bajo Urumea (Guipúzcoa).

Es relevante todavía el hecho que en las últimas décadas se ha ocasionado un proceso de litoralización de los riesgos meteorológicos en España, en relación con el desarrollo de actividades económicas en los espacios costeros e insulares relacionadas con el ocio y la mayor acumulación de población en dichas áreas (población autóctona, residentes extranjeros). Esto ha convertido el país en uno de los territorios con mayor nivel de riesgo de la Unión Europea, especialmente en la fachada mediterránea y ambos archipiélagos. (ATLAS, 2019).

Sim embargo, el tema del presente trabajo se centrará más en las cuestiones de inundaciones fluviales y pluviales, detallado a continuación, debido a la razón de que las inundaciones costeras abrigan también el problema de la elevación del nivel del mar, otra consecuencia causada por el cambio climático que abarcaría la necesidad de muchas otras investigaciones más complejas que la cuestión de las inundaciones en sí. Además, las inundaciones fluviales y pluviales tienen una relación más sencilla con la propia ciudad, es decir, dentro del medio urbano, hay innúmeras medidas de mitigación que está al alcance del arquitecto urbanista para un mejor planeamiento de la aplicación cuanto a la crecida de un río o para mejorar el drenaje del agua que cae en una lluvia torrencial.

Inundaciones Fluviales:

Generalmente, vinculadas a la red fluvial, con desbordamiento de la misma por falta de capacidad del cauce, que conlleva la ocupación de sus márgenes, e incluso del propio valle, y suelen estar asociadas a episodios de precipitaciones generalizadas muy intensas o de larga duración, precipitaciones torrenciales, crecidas fluviales u obstrucción de cauces (PATRICOVA, 2019).

El potencial catastrófico relacionado al tema no es un problema de los grandes ríos sino de los pequeños ríos, pues en muchos casos se trata de cursos con un coeficiente de irregularidad elevado, que permanecen sin agua durante meses o años, pero que, en ocasiones de lluvia intensa o torrencial, se transforman en violentas corrientes, haciendo a menudo grandes destrozos.

Algunos ejemplos son Arás que produjo el desastre de Biescas, del pequeño arroyo que produjo las víctimas en Yebra, de los arroyos de Calamón y Rivillas pacenses, de las rieras las que produjeron las víctimas en Cataluña, de las ramblas las de Nogalte o Albuñol que originaron las catástrofes de Puerto Lumbreras (Murcia) y Albuñol (Granada).

Además, se ve relevante señalar un poco sobre la hidrología presente en el país. España cuenta con 4 tipos de régimen fluvial, de montaña (nival, nival de transición, nivopluvial y pluvionival), Atlántico (pluvial y pluvionival oceánico) y Mediterráneo (pluvial mediterráneo o pluvial subtropical). Tiene también un relieve estructurado en cuencas vertientes, en cada una de las cuales una red de cauces, que va confluyendo en uno principal, se encarga de conducir el agua hacia el mar y, con la entrada en vigor de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE), aparecieron los términos de masa de agua y demarcación hidrográfica, que se refiere a las grandes cuencas vertientes. Las masas de agua se integran y gestionan en las demarcaciones. Se definieron un total de 4.630 masas de agua en España, de las cuales 3.792 corresponden a la categoría de río, 319 a lagos, 168 a aguas de transición y 351 son masas de agua costeras. Las demarcaciones hidrográficas peninsulares son 15, donde la más extensa que se restringe en España, y también uno de los estudios de caso, es la del Ebro, con 85.000 km² (ATLAS, 2019).

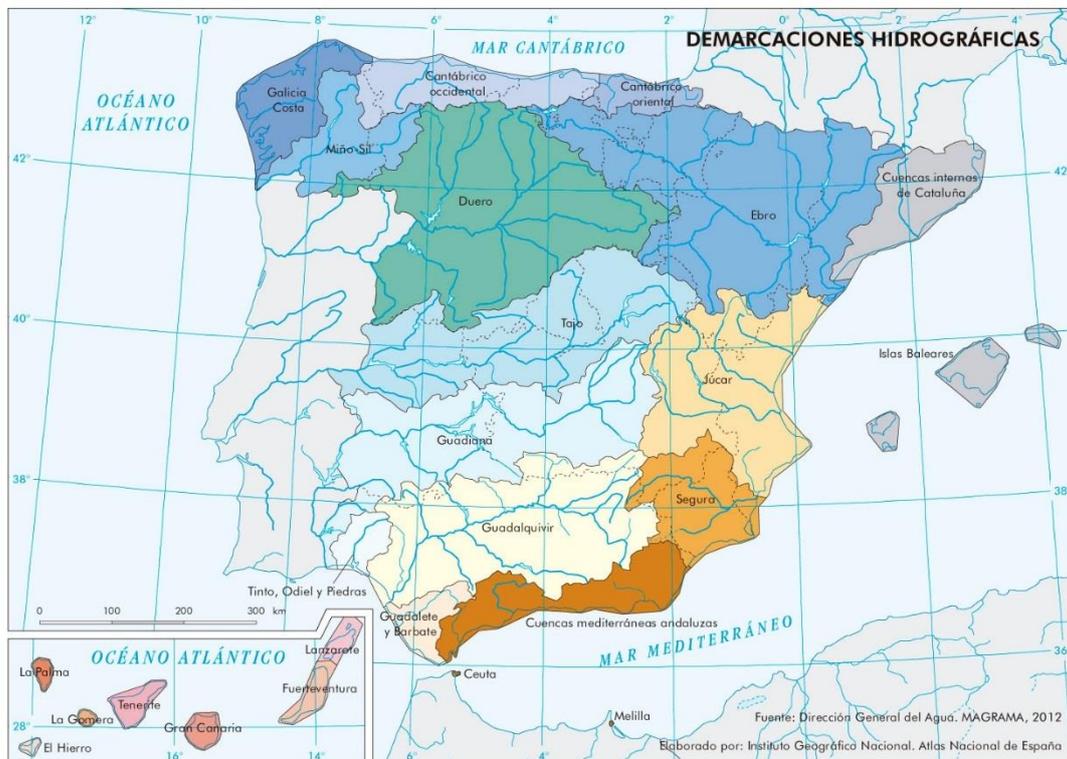


Ilustración 19 Demarcaciones Hidrográficas
Fuente: MAGRAMA, 2012.

Los acuíferos son considerados formaciones rocosas delimitadas por rocas impermeables, en cuyo interior puede almacenarse y fluir el agua

subterránea, en función de su porosidad y permeabilidad. Además, se recargan por infiltración y percolación y descargan a través de ríos y manantiales o en el mar y en España hay 386 acuíferos catalogados que cubren una extensión de más de 173.000 km², donde el conjunto de mayor amplitud corresponde a la depresión del Duero, seguido del que se ubica debajo de buena parte de la cuenca del Júcar. Hay zonas prácticamente sin acuíferos y en otras estos son pequeños y aislados, no catalogados, aunque en total pueden sumar otros 120.000 km² (ATLAS, 2019).

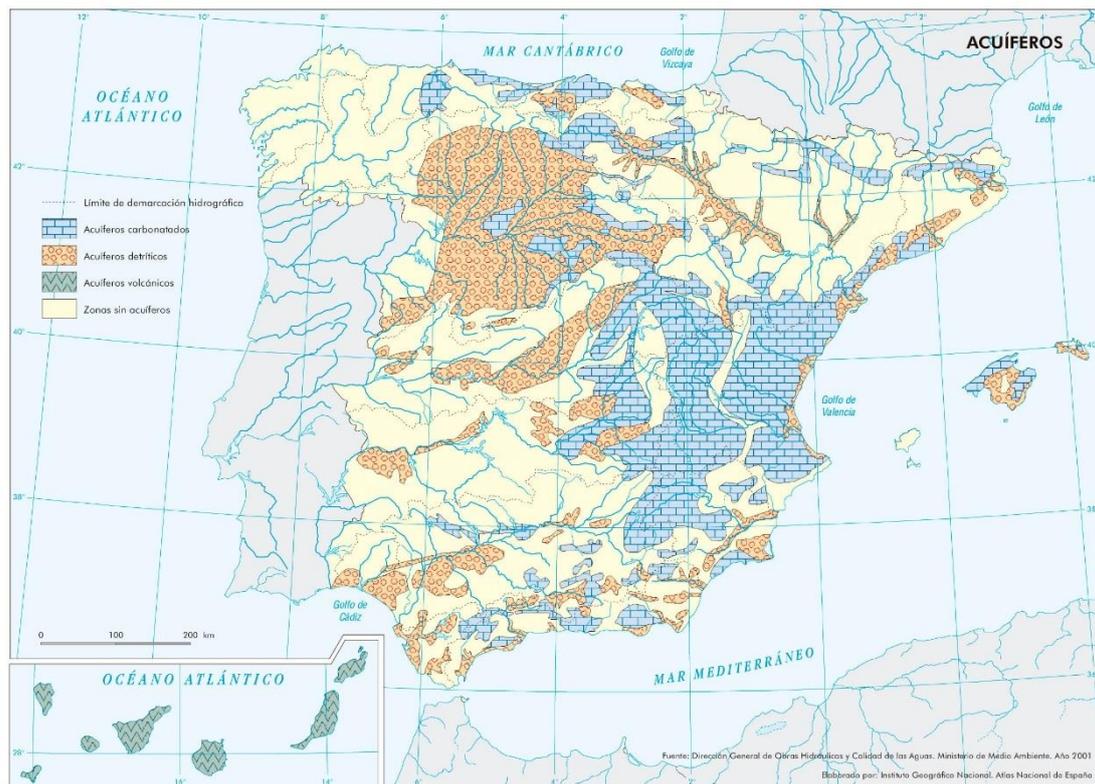


Ilustración 20 Acuíferos

Fuente: ATLAS, 2019.

La cantidad de agua que circula por un curso fluvial en un momento y un lugar determinados son entendidas por caudales y se realiza en las estaciones de aforo, que son puntos de un río donde, a través de limnigrafos, se mide la altura de la columna de agua para luego convertir esos registros, a partir de las curvas de gasto, en valores de caudal expresados en m³/s.

La componen más de 1.400 estaciones, actualmente funcionales, a las que habría que añadir otras 652 que ya no siguen activas. A partir de los valores registrados en los aforos situados en los ríos, se puede analizar su comportamiento: abundancia de caudal, variación estacional, irregularidad interanual y fenómenos extremos como las crecidas y estiajes (ATLAS, 2019).



Ilustración 21 Red de estaciones de aforo.
Fuente: ATLAS, 2019.

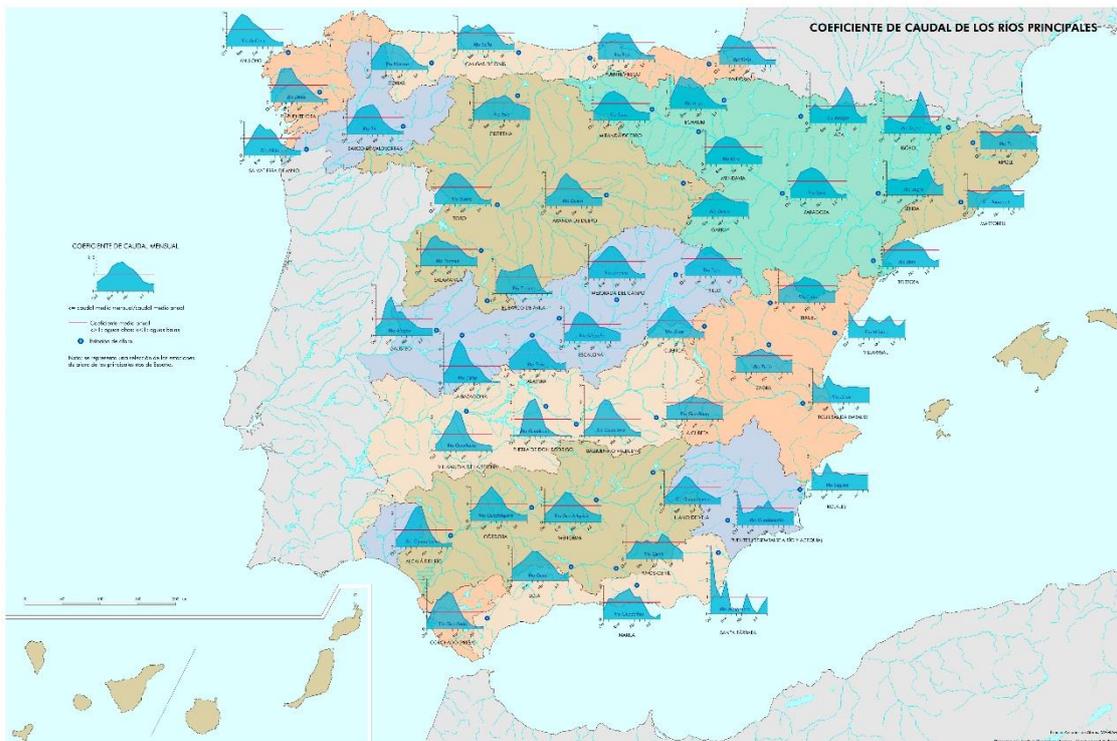


Ilustración 22 Coeficiente de caudal de los ríos principales
Fuente: ATLAS, 2019.

Las aportaciones más elevadas en España se dan en los tramos bajos del río Ebro, principalmente, el cual, recorre una amplia cuenca y recibe abundantes aportaciones de sus afluentes pirenaicos. Las aportaciones medias anuales más bajas se corresponden con los ríos mediterráneos, a excepción del mencionado Ebro, que surcan el este y sudeste peninsulares. En el centro de la península ibérica, diversos afluentes del Duero, Tajo, Guadiana y margen derecha del Ebro evidencian también un escaso nivel de aportación.

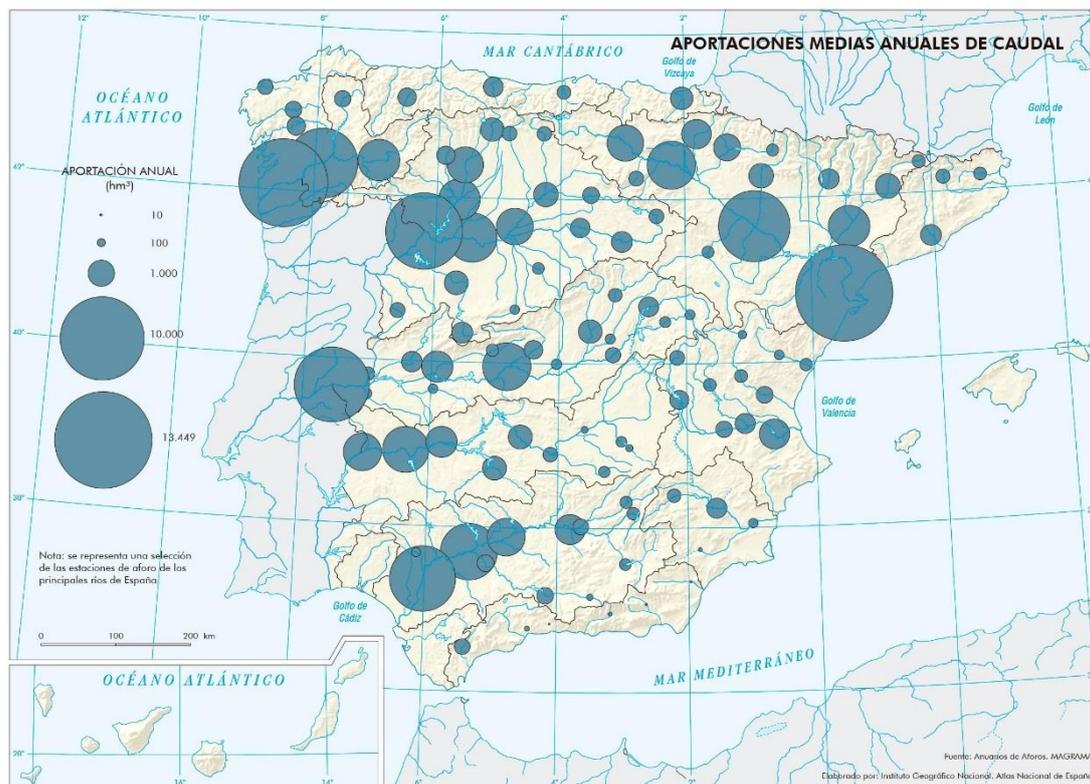


Ilustración 23 Aportaciones medias anuales de caudal
Fuente: ATLAS, 2019.

Inundaciones Pluviales:

Las inundaciones que no se encuentran vinculadas a la red hidrográfica suelen ser la consecuencia de la acumulación de las lluvias en zonas endorreicas (dolinas, poljes) o espacios deprimidos con escasa o nula capacidad de drenaje (PATRICOVA, 2019).

Es posible distinguir las inundaciones causadas por lluvias abundantes y continuas, denominadas masivas por la gran extensión de terreno invadida por las aguas de crecida, e inundaciones relámpago, causadas por chaparrones muy intensos y de corta duración. Las primeras son frecuentes en invierno, afectando los ríos del interior y norte peninsular. Las segundas son habituales en la franja mediterránea peninsular y en ambos archipiélagos, aunque no faltan en zonas de montañas de otras regiones, originando todavía daños económicos más elevados y pérdida de vidas (ATLAS, 2019).

La rotura de presas o balsas puede ocasionar asimismo inundaciones súbitas, originando graves daños en los territorios afectados. Es el caso de la rotura de la presa de Tous, en octubre de 1982, que aumentó los efectos del episodio de lluvias torrenciales ocurrido en la ribera del Júcar. Además, en los últimos años se ha comprobado un aumento de episodios de inundaciones causados por tormentas súbitas, que puede ser resultado del proceso de calentamiento térmico en latitudes medias.

De los peores acontecimientos relacionados con inundaciones pluviales, podemos citar la ciudad de Alicante³⁷, que desde que disponen de registros históricos (en torno del año de 1934) muestra que se enfrenta a este tipo problema, donde podemos señalar los ejemplos en 15 de octubre de 1962, con 133,8 litros por metro cuadrado; el 20 de octubre de 1982, con 233,1 litros por metro cuadrado; en el 5 de septiembre de 1989, con 133,6 litros por metro cuadrado; en 30 de septiembre de 1997, con 270,3 litros por metro cuadrado, el cual fue una de las peores 'gotas frías' que se recuerdan por causar unas graves inundaciones que se saldaron con cinco fallecidos y cuantiosas pérdidas materiales. A esa fatídica fecha le sigue y el 28 de septiembre de 2009, con 125,1; y después se sitúa la jornada de 14 de marzo de 2017, que pasadas las 23 horas había sumado 137 litros (y aún llovía ligeramente), 45,2 de ellos en apenas dos horas.

Las lluvias intensas y torrenciales que provocan crecidas fluviales son el riesgo meteorológico más importante por sus efectos socioeconómicos y territoriales (ATLAS, 2019). Las avenidas súbitas derivadas de las lluvias torrenciales son procesos muy complejos pues se desarrollan en un corto período de tiempo y pueden producir un número elevado de víctimas, y lo peor, algunas veces, imprevisibles, resultando todavía, en una mayor dificultad en la gestión de su prevención, así como de sus riesgos.

Inundaciones Antrópicas:

Son la consecuencia de la gestión inadecuada de las obras hidráulicas, de la rotura del almacenamiento y de la fuga de la conducción. En algunos casos, como ocurre con las inundaciones naturales, pueden existir situaciones de inundabilidad inducidas o agravadas como consecuencia de las inundaciones antrópicas, que causan obstáculos al flujo que provocan otras obras de infraestructuras (PATRICOVA, 2019).

Los problemas de drenaje urbano, como el mal diseño del cauce de las calles y/o de los imbornales, la capacidad insuficiente de los colectores principales y/o del alcantarillado secundario, errores en los cálculos hidrológicos e hidráulicos, conexiones no previstas en la planificación original. En períodos de tiempo seco también hay muchos contaminantes que se acumulan en los pavimentos y

³⁷ Disponible en: <https://www.elmundo.es/comunidad-valenciana/alicante/2017/03/14/58c730d1468aeb7c078b45be.html>

tejados (sedimentos, materia orgánica, nutrientes, microorganismos patógenos, metales y otros). Con la lluvia, son arrastrados por la escorrentía superficial a la red de drenaje y con el tiempo llegan a los cursos hídricos también, conduciendo a impactos negativos, según Ferreira (2019), como la reducción del oxígeno disuelto (riesgo de mortalidad de las especies acuáticas), aumento de nutrientes (riesgo de eutrofización), contaminación por patógenos y elementos tóxicos (riesgos para la salud y la cadena trófica), y también aumento de los costes de tratamiento de agua.

Otro ejemplo es la problemática que persiste en la ciudad de Bilbao, que mediante grandes transformaciones que requieren operaciones de retirada de canalizaciones para devolver espacio al río que está siendo abordada en Europa y lo peor es que esto ocurre a menudo y en todo el mundo, como es el caso de gran magnitud que pasa en la ciudad de São Paulo, en Brasil.

Entre las causas que ayudan a entender la magnitud del fenómeno de las inundaciones antrópicas en España, está la propia liberalización del proceso urbanizador experimentado con la aprobación de la Ley estatal del Suelo de 1998 y de algunas leyes autonómicas en el ámbito mediterráneo, particularmente la Ley Reguladora de la Actividad Urbanística de la Comunidad Valenciana (1994). Y como resultado de estos procesos de expansión en la construcción, la propia evolución urbana de una ciudad se explica, en muchos casos, por la sucesiva integración en el mapa de las vías fluviales y, por tanto, en el progresivo aumento que puede suponer el riesgo de inundación, especialmente cuando no se han calculado los efectos de dicha invasión.

Los ríos, son referencias importantes y las ciudades deberían potenciar las riberas en lugar de ocultarlas en sepultarlas con hormigón. Respetando las características naturales de drenaje, pues las urbes son un territorio valioso y garantizarán también que los cauces fluviales bien conservados proporcionen el desagüe necesario para las inundaciones periódicas, pudiendo ser aprovechados casi todo el tiempo para actividades de ocio de forma económica, respetuosa con el medio, zonas de esparcimiento donde la gente tenga un espacio para disfrutar, como ya hemos visto en algunos ejemplos del capítulo 1.

2.5. MECANISMOS EMPLEADOS PARA COMBATIR LAS INUNDACIONES: LEGISLACIÓN, PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y URBANA

Sin embargo, lo que debe tenerse en cuenta al tratar de esa cuestión, son también, los planes urbanísticos y la legislación vigente las cuales, en general, prohíben (o deberían prohibir) construir en las zonas más expuestas a los riesgos y en áreas de preservación. No obstante, asimismo, España sigue careciendo de una ley marco sobre riesgos naturales y debe acudir a la legislación sectorial para encontrar referencias. Para el riesgo de inundaciones, las leyes de agua, suelo y protección civil son las fuentes más básicas de escala nacional que se suma la normativa autonómica del suelo y la ordenación del territorio.

La peligrosidad natural no preocupa como debiera a la administración en sus diversas escalas y todavía aún la mera mención a la problemática de los riesgos naturales españoles resulta en molestas para las autoridades que desde la administración se señala que eso es un tema de competencia de la protección civil y corresponde, por lo tanto, a este organismo tener preparada la respuesta ante la catástrofe. Esto demuestra que no preocupa la prevención, al menos desde la aproximación territorial, que, de igual manera, se ignora que los peligros naturales forman parte del medio donde debería tener clara la idea que sólo desde una concepción integral del medio es posible abordarlos racionalmente así como, todavía, solo desde la prevención es posible evitar la pérdida de vidas y economías, pues la ordenación del territorio debe fomentarse como medida racional y eficaz de defensa frente a los riesgos naturales para así, se erradicar la irresponsable actitud de imputar a la naturaleza la culpabilidad de acciones desarrolladas por el hombre en un territorio cuyos rasgos físicos, sorprendentemente, muy a menudo, son ignorados (Cantos, 2004).

Para Palencia (2017) aumentar la resiliencia en el ámbito urbano está estrechamente relacionado con la revisión y actualización de los planes urbanísticos, las normativas de las Comunidades Autónomas coordinadas con las inundaciones o la elaboración de protocolos de coordinación, las cuales son las que se encuentran más ralentizadas y sin embargo resultan imprescindibles para adaptar los municipios y las ciudades a los riesgos de inundación tanto por temporal marítimo, por desbordamiento de cauce o por lluvias intensas.

En el país existe normativa legal suficiente para la incorporación y tratamiento efectivo de la peligrosidad natural en los procesos de ordenación del territorio. Algunas leyes que engloban el tema de la peligrosidad natural son la Ley del Seguro Agrario Combinado (1978), Ley de Costas (1988), Gestión Medioambiental (Reglamento UE 1836/93), Normativa sismorresistente (1994), Directrices Básicas de Protección Civil (1994 y 1995), Ley de Aguas (2001), Plan Hidrológico Nacional (2001), Legislación de impacto ambiental (2001), y Ley del Suelo (2007). Lo que ya es otra cosa es el real cumplimiento de todo eso, así

como su fiscalización, considerado uno de los problemas más grandes de cualquier gobierno/administración.

Existía pues, una base legal de las Administraciones Hidráulicas, que contiene, en general, la zonificación y limitación de los usos de las zonas inundables, que debería servir para el desarrollo de normativas más precisas relativas a la ordenación territorial y usos del suelo de las llanuras de inundación, sin embargo, nunca era aplicada y es en este marco cuando en 2007 aparece la nueva Directiva Europea 2007/60/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación.

Las comunidades autónomas son soberanas y se manifiestan en la redacción de documentos de ordenación del territorio, de ámbito regional y subregional. Así en el periodo comprendido entre la última década del siglo XX y la primera del siglo XXI, algunas comunidades autónomas desarrollaron cartografías de peligrosidad a respecto de las inundación y normativas de regulación de usos en zonas inundables, en particular, sobre los progresos urbanísticos previstos en las ciudades, anticipándose a la regulación de la Ley 8/2007, de 28 de mayo, de suelo, y Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de suelo, y su sucesora el Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana, como es el caso del Plan INUNCAT³⁸, en Catalunya, con el Reglamento de la Ley de Urbanismo del 2006 que regula los usos del suelo en las zonas de inundación; en la Comunidad Valenciana en 2003, que se redactó el Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención de Riesgos de Inundación (PATRICOVA)³⁹; en el País Vasco, en 1999, se elaboró el Plan Territorial Sectorial de ordenación de los ríos y arroyos de la CAPV⁴⁰, como aplicación de la Directriz de Ordenación Territorial y en Andalucía, en 2002 se aprobó el Plan de Prevención de avenidas e inundaciones en cauces urbanos andaluces⁴¹.

La base común de estos planes es la de regular los usos del suelo y las normativas urbanísticas en las zonas inundables, en base a diferentes zonificaciones y mapas de peligrosidad de los territorios fluviales, aunque que, según Berga (2011), estas normativas de regulación no son homogéneas, y en algunos casos son contradictorias, por la razón de la diversidad de

³⁸ Disponible en: <http://www.proteccioncivil.es/catalogo/naturales/plan-estatal-riesgo-inundaciones/planesccaa/cataluna/INUNCAT.pdf>

³⁹ Disponible en: <http://politicaterritorial.gva.es/es/web/planificacion-territorial-e-infraestructura-verde/patricova-plan-de-accion-territorial-de-caracter-sectorial-sobre-prevencion-del-riesgo-de-inundacion-en-la-comunitat-valenciana>

⁴⁰ Disponible en: https://www.euskadi.eus/web01-a2lurral/es/contenidos/informacion/pts_rios_modif1/es_pts/indice.html

⁴¹ Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/menu.item.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca/?vgnnextoid=ce66a220aa727310VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextchannel=8f79566029b96310VgnVCM2000000624e50aRCRD>

condicionantes del desarrollo urbanístico en el entorno de los ríos de las distintas Comunidades Autónomas.

De hecho, el objetivo fundamental de la Directiva es establecer un marco para la evaluación y gestión de los riesgos de inundación, destinado a reducir las consecuencias negativas para la salud humana, el medio ambiente, el patrimonio cultural y la actividad económica, asociadas a las inundaciones en la Comunidad Europea. Para ello se formularán Planes de gestión del riesgo de inundación en los que se establecerán los objetivos de la gestión del riesgo de inundación, centrandose su atención en la reducción de las consecuencias adversas potenciales de la inundación (Berga, 2015).

Además, se estima hasta la actualidad que, entre los planes de Protección y Civil y los estudios englobados en el actual Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI) y la Dirección General del Agua (DGA), se disponen de más de 1.000 estudios, que abarcan unos 100.000Km. de ríos con zonas inundables identificadas y todos ellos con escenarios de inundación coincidentes con los de la Directiva (Berga, 2011).

Como las Comunidades Autónomas tienen reconocidas las competencias cuando la cuestión es el uso del suelo y la ordenación del territorio, los Planes de Ordenación Urbana y las Normas Subsidiarias son las principales herramientas que tiene un administrador municipal para ordenar usos en el territorio e incorporar medidas que puedan contribuir a mitigar o controlar los riesgos y desastres naturales, y, a pesar de la legislación del suelo y la ordenación del territorio recoger este extremo, todavía, resulta poco frecuente encontrar un análisis detallado del medio en los procesos de planificación territorial, pues lo mejor sería emplear las bazas legales existentes a la hora de considerar el riesgo natural en los procesos de planificación territorial con análisis precisos de peligrosidad natural en escala regional, comarcal y, sobre todo, local.

En la tipología de los planes para la reducción del riesgo de inundaciones en España cabe destacar los de ordenación del territorio, generales o específicos, elaborados en el país vasco (directrices y planes territoriales sectoriales), Baleares (directrices), Andalucía (plan de ordenación del territorio y Planes Subregionales), Canarias (Directrices y Planes Insulares), Aragón (Directrices), Comunidad Valenciana (Plan de Acción Territorial).

En general, la reducción del riesgo de inundaciones pasa por medidas estructurales (encauzamientos, canalizaciones, presas de contención), y no estructurales (educación, ordenación del territorio y cartografías de riesgo). Actualmente, la Directiva Europea de inundaciones (60/2007/CE) obliga a elaborar mapas de riesgo de inundación, que deben incorporarse, por la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana de 2015, en los procesos de planificación urbanística y territorial.

Hay sitios en que el hombre modifica el río y otros con los cuales él convive con el río. En el primer caso están los trabajos de ingeniería, las obras hidráulicas con mayor logro económico, podemos citar presas, embalses, diques y

encauzamientos, entre otras. Ya en el segundo caso, es básicamente lo que hay, la naturaleza, que sólo necesita una zonificación de las áreas de inundación, los alertas y los seguros, son las medidas de carácter preventivo, no cuestan millones y todavía sugiere innumerables beneficios para la calidad de vida.

EBRO		GUADALQUIVIR	
Longitud	938 km	Longitud	649 km
Vertiente	mediterránea	Vertiente	atlántica
Cuenca	84.898 km ² (17% superficie de España)	Cuenca	57.078 km ² (11% superficie de España)
Régimen fluvial	pluvionival oceánico, nivopluvial y pluvial mediterráneo, régimen complejo determinado por sus afluentes	Régimen fluvial	pluvionival en la cabecera y pluvial subtropical en la mayor parte de la cuenca, con grandes contrastes entre fases de aguas altas y estiajes
TAJO		JÚCAR	
Longitud	847 km	Longitud	504 km
Vertiente	atlántica	Vertiente	mediterránea
Cuenca	55.781 km ² (11% superficie de España)	Cuenca	21.023 km ² (4% superficie de España)
Régimen fluvial	pluvionival y pluvial mediterráneo, con gran variabilidad estacional y estiajes marcados	Régimen fluvial	pluvial mediterráneo, con caudal bajo y estiaje muy intenso en verano
DUERO		SEGURA	
Longitud	729 km	Longitud	325 km
Vertiente	atlántica	Vertiente	mediterránea
Cuenca	78.864 km ² (16% superficie de España)	Cuenca	15.984 km ² (3% superficie de España)
Régimen fluvial	pluvionival y pluvial mediterráneo, con variabilidad estacional moderada debido a los aportes de acuíferos y grandes afluentes	Régimen fluvial	pluvial mediterráneo, con caudal muy bajo y estiaje muy intenso en verano
GUADIANA		MIÑO	
Longitud	700 km	Longitud	316 km
Vertiente	atlántica	Vertiente	atlántica
Cuenca	55.422 km ² (11% superficie de España)	Cuenca	16.286 km ² (3% superficie de España)
Régimen fluvial	pluvial subtropical matizado por los grandes acuíferos manchegos, con gran variabilidad estacional y estiaje intenso en agosto	Régimen fluvial	pluvial atlántico, con baja variabilidad estacional de máximo invernal y mínimo veraniego

Ilustración 24 Ríos principales de España, ordenados por longitud.

Fuente: ATLAS, 2019.

En síntesis, las inundaciones son fenómenos que pueden trabajarse de manera que incorporen más información para la población, uso de la tecnología y aplicaciones (con mejoras) en la legislación de manera más precisa en lo que respecta el uso del suelo en favor de medidas para mitigar los problemas ya mencionados, la reducción de los desastres y mejorar la calidad de la vida de las personas. Aunque la acción humana en general tiende a agravar todavía más las consecuencias del cambio climático y, muchos de estos problemas sean de carácter irreversible requiriendo algunas veces soluciones muy complejas, especialmente en zonas densamente urbanizadas, es muy importante el desarrollo y la implementación complementaria de medidas estructurales y no estructurales.

Las medidas no estructurales son la convivencia armónica con el río, desarrollo de planes de uso, zonificación y ocupación de áreas de riesgo de inundación, sistemas de alerta y seguros, que se aplican a los diferentes momentos de la gestión. Sirven para amenizar y promover algún grado de control, pero siempre habrá un riesgo residual, dado que ningún sistema garantiza la solución total a los problemas de inundación.

Los fenómenos hidrológicos son potencializados por factores meteorológicos y geológicos, de naturaleza cambiante y en cierta medida impredecibles, sobre todo en una realidad de calentamiento global. Según Ferreira (2019), en las medidas no estructurales, en general, se trata de aprender a convivir con el riesgo, adoptando medidas para minimización de los daños, con

que pueden y deben ser utilizadas para una gestión eficiente del riesgo, sin que sean necesarios grandes aportes financieros. Tienden a ser más adecuadas en las áreas en proceso de urbanización, mientras que no garantizan una protección total en áreas ya degradadas y sujetas a sucesos de inundación, pues no son tan efectivas si la cuenca está intensamente urbanizada.

La Ley de la Política Nacional de Protección y Defensa Civil ha creado un sistema de medidas no estructurales que se articula a través de un conjunto de estrategias, tales cuales son: creación de un catastro nacional de municipios con áreas susceptibles a la ocurrencia de deslizamientos de grande impacto, inundaciones bruscas o procesos geológicos e hidrológicos correlatos, elaboración de mapas de áreas de riesgo, sistemas de información y monitoreo de desastres, planes directores urbanísticos, planes de gestión de cuencas, y planes de protección y defensa civil.

Ya las medidas estructurales intensivas suponen modificaciones directas en los cuerpos de agua, tales como rectificaciones y encauzamientos, afectan al sistema hídrico en su conjunto, sin constituir intervención directa sobre el curso. Pueden considerarse, como ejemplos, la captación de agua de lluvia, la creación de zonas verdes y el uso de superficies permeables. Sirven para acelerar la escorrentía (en el caso de los diques, pólderes y mejoramientos fluviales), retardar la escorrentía (como embalses y depósitos de amortiguación) o para desviar los flujos (desviaciones y rectificaciones de los cursos de agua).

El Banco Mundial publicó en el año 2012⁴² que las medidas de ingeniería se diseñan como defensas para un nivel predeterminado, pudiendo fallar, en tanto que las medidas no estructurales, que están usualmente diseñadas para minimizar, antes que prevenir, el riesgo. No obstante, se hacen doce referencias en ese documento de principios claves para el manejo del riesgo de inundaciones, que son:

1. Cada escenario de riesgo de inundación es diferente: no existe un procedimiento único para el manejo de inundaciones.
2. Los diseños para el manejo de inundaciones deben tener la capacidad de hacer frente a un futuro variable e incierto.
3. La rápida urbanización requiere que la gestión del riesgo por inundaciones se integre en la planificación y gobernanza.
4. Una estrategia integral requiere de la utilización de medidas estructurales y no estructurales, además de buenos indicadores para obtener el balance correcto.
5. Medidas estructurales de alta ingeniería pueden transferir el riesgo aguas arriba y aguas abajo.
6. Es imposible eliminar por completo el riesgo de inundaciones.
7. Muchas medidas de manejo de inundaciones tienen múltiples beneficios más allá de su función primaria.
8. Es importante tener en cuenta las consecuencias sociales y ecológicas de los gastos en el manejo de las inundaciones.

⁴² Ciudades e inundaciones. Guía para la gestión integrada del riesgo de inundaciones en ciudades en el siglo XXI, 2012.

9. Es fundamental aclarar las responsabilidades al construir y ejecutar programas de gestión del riesgo de inundaciones.
10. La implementación de medidas de manejo del riesgo por inundaciones requiere de la cooperación de múltiples actores clave.
11. Es necesario mantener una comunicación continua para incrementar la conciencia y reforzar la preparación.
12. Se debe planificar una pronta recuperación después de las inundaciones, y utilizar la recuperación para desarrollar la capacidad.

Así mismo, vale destacar que las infraestructuras hidráulicas muchas veces crean una falsa sensación de seguridad a la comunidad del entorno, de acuerdo con Ferreira (2019), y es común que tales medidas apenas transfieran el problema para otra parte de la ciudad o de la cuenca hidrográfica. Sin embargo, en España tenemos mucha experiencia sobre la gestión de las avenidas mediante presas y embalses, y hay muchos casos reales que demuestran la importante reducción de los impactos y daños económicos de las inundaciones que ha supuesto la laminación de las avenidas en los embalses, de acuerdo con Berga (2011). Además, en ciertas ocasiones son las únicas alternativas posibles de aplicar en un área ya urbanizada.

En este sentido, es probable que una evaluación de costes, beneficios y efectividad de las fórmulas para reducir el riesgo de inundación acabe concluyendo que este tipo de actuaciones futuras, en el ámbito cantábrico, por ejemplo, no es sólo recomendable, sino, la alternativa más eficiente desde el punto de vista socio-ambiental. El problema más grande es que en la gestión de la inundación urbana hay mucha complejidad, tanto por la preparación de la población, como por la coordinación de las diversas administraciones que actúan en las diferentes fases, sean antes, durante o después del ocurrido, en la prevención, lo socorro o la recuperación.

Hay también medidas estructurales extensivas que no intervén directamente, pero interferían de algún modo en el ciclo hidrológico. Un ejemplo son la infraestructura verde y cubierta vegetal, como ya mencionamos, así como, también hay los sistemas urbanos de drenaje sostenible, más conocido como SUDS, que aportan una gestión integrada y más eficaz para la mejora en la eficiencia energética del ciclo urbano del agua, el mantenimiento de ecosistemas urbanos y la creación de ciudades más agradables para vivir.

Los SUDS, según Ferreira (2019), son un elemento integrador ciudad-naturaleza que revaloriza el entorno urbano, sirviendo para recuperar zonas de frágil equilibrio mediante el aporte de agua y evitar la sobreexplotación de acuíferos y desaparición de zonas húmedas, aportan otros beneficios adicionales, como el tratamiento natural de las aguas pluviales, obteniendo unas calidades aptas para su vertido directo a los medios receptores, sin necesidad de pasar por las depuradoras. Evitan la contaminación difusa de los medios

naturales, así como la posibilidad de derivar aguas para posterior depuración y reutilización.

Sus objetivos pueden ser enumerados de la siguiente forma para ese autor: (1) proteger y mejorar el ciclo del agua en entornos urbanos; (2) integrar el tratamiento de las aguas de lluvia en el paisaje, maximizando el servicio al ciudadano (mejorando el paisaje con la integración de cursos y/o láminas de agua en el entorno); (3) proteger la calidad de las aguas receptoras de escorrentías urbanas; (4) reducir volúmenes de escorrentía y caudales punta procedentes de zonas urbanizadas mediante elementos de retención, minimizando áreas impermeables; (5) incrementar el valor añadido (entorno) y minimizar costes de las infraestructuras de drenaje.

Lo que distingue los SUDS de los sistemas tradicionales de drenaje urbano convencional son la mejora paisajística y estética, el cambio de visión sobre el agua de escorrentía, que pasa de ser un inconveniente a convertirse en una ventaja oportuna de recurso con varias utilidades, gestionando el caudal de escorrentía, la carga contaminante que arrastra y garantizando la evacuación del agua, así como también su infiltración y/o evapotranspiración.

Por lo tanto, son una alternativa inteligente que debería actuar en conjunto a los sistemas tradicionales. Ambos deben complementarse entre sí, aportando contribuciones positivas, ya que tampoco es posible un abandono completo del sistema convencional. También debe tenerse en cuenta que toda gran obra de ingeniería supone un impacto significativo, el análisis debe ser riguroso para probarse que hay una necesidad real de que se lleve a cabo, hasta porque, a veces revelan intereses fundamentalmente políticos y económicos, causando muchos impactos negativos sobre el ambiente, tanto urbano como natural.

Es decir, los defensores de las actuaciones no-estructurales proclaman que la única solución a la problemática de las inundaciones es la gestión, y la conservación de la naturaleza, rechazando cualquier medida estructural. Por otro lado, los defensores de las actuaciones estructurales tienen la posición de que la única forma de reducir los daños producidos por las inundaciones son las medidas basadas en obras y estructuras hidráulicas. La Gestión Integrada de las Inundaciones (GII) propugna una combinación y coordinación de actuaciones estructurales, de gestión, y de conservación del medio ambiente (Berga, 2015).

Con visión más holística a través de la denominada GII, que también es más realista, más crítica y menos optimista, según Berga (2011), deben aplicarse conceptos integrados tanto a nivel de cuenca como de actuaciones y medidas, contemplando e implantando conjuntamente y coordinadamente todas las medidas viables, ya sean estructurales o no-estructurales. El enfoque debería ser en el control al de mitigación, aprendiendo a convivir con las inundaciones, reduciendo sus impactos lo máximo posible, ya que es imposible la protección completa frente a las inundaciones extremas, pues su riesgo no se puede reducir a cero.

Una de las claves para una gestión eficaz de los riesgos y para el incremento de la resiliencia es impulsar una ocupación responsable del espacio afectado por procesos naturales con potencial de peligrosidad. En ese sentido, uno de los esfuerzos prioritarios de la gestión de las zonas inundables ha de ser el impulso de medidas que permitan mantener e incrementar el espacio actual del río, limitando los nuevos desarrollos urbanísticos. Otro ámbito de acción en el que las administraciones locales y regionales pueden jugar un papel decisivo es en la mitigación de las consecuencias de las inundaciones mediante las regulaciones, a través de normas constructivas y programas de actuación que incrementen la resistencia y resiliencia de zonas expuestas, como ya hemos mencionado (Marquínez, et. al, 2017).

Según Defra (2004), las medidas de resistencia a las inundaciones son todas aquellas destinadas a prevenir o minimizar la cantidad de agua que entra en el edificio, mientras que las medidas de resiliencia están dirigidas a minimizar los daños una vez que el agua ha penetrado en los edificios, facilitando la recuperación después de un evento de inundación, además, la aplicación de medidas de infraestructura verde permitiría reducir la vulnerabilidad de las zonas ocupadas ante los eventos de gran magnitud y severidad de los que les pueden proteger las defensas y canalizaciones.

La ordenación del territorio se presenta como un eficaz instrumento de reducción del riesgo de inundaciones según Cantos (2004), y comprenden todas las escalas de trabajo, desde el ámbito internacional (directrices) hasta la esfera local (planeamiento urbano) y están, por lo común, amparados en normativa legal específica sobre la cuestión. Para él, la realización de encauzamientos, canalizaciones o colectores de agua pluvial y obras de ingeniería hidráulica en general son la estrategia más utilizada para la reducción del riesgo de inundación, pero, lo más adecuado sería la restricción de usos en el territorio para instalaciones de residencia más o menos permanente y, particularmente, de aquellas vulnerables como campings o viviendas de una planta o de madera.

El ECCE (2005) propuso principales recomendaciones para políticas involucrando los recursos hidráulicos, a los cuales son:

- Hacen falta políticas de ahorro de agua, mejora de su calidad e intensificación de las medidas de conservación de los ambientes terrestres.
- Es importante la remodelación y redefinición de nuevas políticas como la científica tecnológica, hidráulica, energética, agrícola, medioambiental y planificación del territorio.
- Es recomendable continuar con el hábito de medidas establecido en España mediante los sistemas de control, que en general están bien implantados o en vía de mejora.
- Se resalta la conveniencia de diseñar e implementar, o mejorar claramente la aplicación de las redes de control de usos del agua,

superficial y subterránea, y de la red de medidas de caudales en fuentes y surgencias.

Y de modo más actualizado, el informe desarrollado por el observatorio de Sostenibilidad (2019) señala once recomendaciones valorables que abarca el tema de inundaciones, que son:

1. transmisión de la información a la población afectada por el riesgo para conocer cuál el riesgo exacto
2. forma preventiva y por supuesto para aplicar dicho condicionante en su planeamiento urbano
3. etiqueta de calificación de edificaciones frente al riesgo de inundaciones del edificio ya existente
4. retracción de la superficie urbanizada, sobre todo en áreas urbanizadas ilegal o irregularmente. Los ríos deben recuperar su espacio, siempre que sea viable.
5. Es precisa la revisión de planes de urbanización ya aprobados, amortiguar y prevenir los daños y por supuesto prohibir la construcción en zonas de riesgo elevado
6. El diseño y explotación de infraestructura revisar la adecuación del drenaje de las infraestructuras lineales más antigua
7. implantación soluciones de una forma urgente en las poblaciones y en los sectores de la sociedad más vulnerables
8. soluciones basadas en la naturaleza incluyendo la recuperación de las lagunas de inundación, meandros abandonados, aumentando la dimensión de los cauces y sacando a la luz y desnaturalizando los ríos.
9. a rendición de cuentas en las políticas públicas implantadas.
10. financiación de los planes de gestión del riesgo de inundación
11. medidas para mejorar el conocimiento y las herramientas necesarias para comprender el impacto del cambio climático en las inundaciones

Con todo, se cree que la experiencia de los últimos años ha demostrado un uso poco eficiente y sostenible del agua, así como en la prevención de las grandes inundaciones, destacando de manera esencial el hecho de que no puede lograrse sin la integración de medidas de gestión del agua en la planificación del uso de la tierra y el desarrollo urbano. Sin duda, se necesita un esfuerzo importante en lo que respecta a la información a los ciudadanos, especialmente sobre el aumento del riesgo y sobre el efecto del cambio climático, la importancia de los seguros como instrumento para contrarrestar los efectos socioeconómicos de las inundaciones, la necesidad de mejorar y aplicar el cumplimiento de la legislación de manera correcta, así como considerar las inundaciones en la planificación espacial.

Una de las principales recomendaciones personales sería primeramente hacer un estudio en profundidad para identificar cada edificio según su probabilidad de inundación en cada una de las zonas urbanas donde haya lugares con posibles riesgos de inundación. Luego, dependiendo del grado de riesgo que se presente en la zona, trasladar a las personas que viven en

residencias o zonas de riesgo que se verían muy afectados por los posibles daños causados por las inundaciones a lugares convenientemente seguros.

Adicionalmente, hago hincapié aún en la importancia de convertir esos espacios inseguros en áreas permeables siempre que sea posible, regresando a la tierra su debido espacio, realizando actuaciones basadas, principalmente y en una primera escala, en la naturaleza, enfocando en disminuir el riesgo en las zonas más vulnerables y creando zonas de ocio que proporcionen una mayor calidad de vida a la población.

Lo que es cierto es que, de todos esos métodos presentados, debe tenerse en consideración en primer lugar, la importancia de una análisis de riesgos adecuada, para, en continuación, elegir y emplear la mejor estrategia de implementación frente lo problema de las inundaciones, a partir de un planeamiento responsable e integrador que tenga en cuenta las capacidades de los sistemas tradicionales así como también de las innovaciones tecnológicas, compatibilizando, todavía, con el desarrollo urbano con la naturaleza, generando ciudades más inteligentes, sostenibles, resilientes y toda una gama de beneficios.

2.6. ESTUDIO DE CASOS

A continuación, será expuesto tres estudios de casos de situaciones en ciudades españolas que sufren con el problema en cuestión, las inundaciones, las cuales proviene de carácter pluvial (Alicante) y fluvial (Vitoria-Gasteiz y Zaragoza).

El intuio es que la investigación más detallada de cada una de ellas, las cuales poseen propiedades específicas distintas a respecto de un mismo dilema, genere también, en particular, perspectivas diversas sobre los factores que pueden causar, intensificar o inhibir las inundaciones, destacando, sobre todo, qué medidas son dignas de aprecio con respecto al tema en relación al control y mitigación del fenómeno.

De hecho, también es tener parámetros de comprobación de lo que pasa en diferentes sitios del país, además de generar la comparación de soluciones prometedoras adoptadas ya consolidadas que podría ser replicadas o mejoradas en otros sitios con problemas similares.

La ciudad de Alicante, ubicada en la del Mediterráneo, será el primer estudio de caso, enfocando en el problema de las fuertes lluvias torrenciales, así como en las tácticas que fueron adoptada frente al problema, destacando el Parque La Marjal como principal solución en cuestión, diseñado para unir las funciones paisajísticas, estéticas y recreativas con el hecho de recoger el agua de las riadas otoñales típicas de Alicante, siendo una referencia de parque en muchos sentidos.

Sin embargo, es importante señalar que, además de Alicante ser una ciudad costera, no se enfatiza el caso de las crecidas causadas exclusivamente por el aumento del nivel del mar, otra consecuencia muy grave generada por el cambio climático en las costas, por la razón de que eso daría lugar a la necesidad de entrar en una serie de otras cuestiones relacionadas con la propia subida del nivel del mar, resultando que, de cierta manera, el enfoque del caso concreto de las inundaciones sería perdido.

En secuencia, viene Vitoria-Gasteiz, el según estudio de caso, una ciudad del interior, pequeña, situada en el norte del país, compuesta por un anillo verde a su alrededor y un formato innovador de organizar su territorio, que incorporó una buena planificación fluvial junto con su propia infraestructura verde. Además, fue escogida debido a su gran cantidad de ríos pequeños en su entorno urbano (si comparado con el Ebro, uno de los ríos más grandes de España), donde se destacan intervenciones de adecuación hidráulica y restauración ambiental del río Zadorra, derivación de los ríos Santo Tomás y Errekaleor al río Zadorra, Derivación del río Olaizu al río Errekaleor, Reforma urbana de la Av. Gasteiz, Regulación de los caudales de los ríos Ali, Eskibel, Batán, Zapardiel que, en general, mezclan el uso de medidas infraestructurales con soluciones basadas en la naturaleza como táctica frente a las inundaciones,

Con una situación distinta de la anterior, tenemos el tercer y último correlato, Zaragoza, ubicada en el noreste de España, una ciudad grande también del interior, pero, con el paso de un de los ríos más grandes de la península ibérica por su medio urbano, el Ebro. El destaque aquí está en el cambio de la relación río-ciudad, donde a partir de 1990 la ciudad comenzó a invertir cada vez más en la infraestructura verde y con la Expo 2008 y la realización del proyecto de la Recuperación De Las Riberas Del Ebro, sucedió la transformación en definitiva de un lugar abandonado para un sitio de gran calidad ambiental y urbanística.

Con todo, la elaboración de estudios de casos incluye mostrar un pequeño resumen sobre cada ciudad, sus propiedades climáticas, la vegetación presente y el tipo de suelo de cada una de ellas, como se sucede el problema de las inundaciones en cada caso específico, sus causas y las principales soluciones adoptadas.

2.6.1. ALICANTE

RESUMEN DE LA CIUDAD:

Alicante es una ciudad portuaria, está situada en la costa mediterránea española y pertenece a la Comunidad Valenciana. Se encuentra enclavada dentro de la comarca de L'Alacantí (formada por 10 municipios) en la provincia de Alicante, siendo la capital de ambas entidades administrativas.

Con una superficie de 201,27Km del término municipal y una densidad de 1.677 Hab./Km, ocupa una posición estratégica en el marco del arco mediterráneo y hay una buena conexión con Madrid, siendo el segundo municipio en términos de población de la Comunidad Valenciana y el undécimo de España en población.

Con 334 887 habitantes⁴³, la mayoría se encuentra concentrada en la unidad central del municipio y, más concretamente, en el núcleo urbano del centro. Su población predominante tiene un rango de edad alrededor entre los 30 y 50 años⁴⁴ y vale la pena destacar la alta tasa de población flotante, debido a ser un destino bastante turístico, y también, el hecho de que la ciudad ha estado perdiendo habitantes fijos a lo largo de los años. En 2016, fue considerada la provincia que más habitantes ha perdido en toda España y algunas de las razones son el declive del medio rural, envejecimiento más que notable de las personas y todavía el regreso de inmigrante a sus países de origen⁴⁵.

La entidad singular de Alicante se subdivide en 5 distritos municipales y en 41 barrios. La distribución por distritos fue elaborada por el Ayuntamiento con el objetivo de facilitar la participación ciudadana en los asuntos locales, según el Plan Avalem Territori (2018). Se puede considerar también que es una ciudad bien estructurada, con un rico patrimonio histórico y cultural, además de sus muy bellos paisajes naturales y una fachada litoral que se extiende a lo largo de unos 15 kilómetros de costa acompañadas de espléndidas playas, siendo también una gran atracción para el turismo.

No obstante, más allá del turismo, también tiene actividades relevantes relacionadas con el sector servicios, el pequeño comercio y el ámbito sanitario; la industria y la agricultura que se perciben con carácter residual.

Con todo, el desarrollo de las infraestructuras turísticas y las elevadas densidades de población que se alcanzan especialmente en la época estival, justamente derivado del turismo otra vez, han resultado factores decisivos en la configuración del paisaje actual, y de igual manera, existe todavía, una serie de

⁴³ INE 2019.

⁴⁴ INE 2019.

⁴⁵ Disponible en: <https://www.diarioinformacion.com/alicante/2016/12/26/alicante-provincia-poblacion-pierde-espana/1842899.html>

riesgos que, por su relevancia y presencia histórica, el municipio constituye un marco de referencia por su peligrosidad, vulnerabilidad y exposición de los ciudadanos.

El Grupo ADHARA (2015) ha puesto de relieve algún de esos problemas, como la contaminación de las aguas subterráneas, riesgo de subsidencia y colapso, riesgo de erosión, riesgo de inundación y en su zona más litoral donde se enmarca un sector de riesgo sísmico relativamente alto de manera especialmente intensa y rápida en los últimos tiempos.

Debido a todo eso, Alicante fue una de las tres ciudades elegidas para el estudio de caso del presente trabajo y adelante tenemos los siguientes informes y análisis que se basarán en elementos de la ciudad que, en cierto modo, influyen o tienen alguna relación con el tema específico de las inundaciones, empezando por el clima, vegetación; suelo y topografía; tipo de inundaciones que he sufrido y las principales soluciones que han adoptado.

CLIMA:

Lo que prevalece en la ciudad se conoce como un clima local de estepa según la definición de Köppen y su clasificación climática para Alicante es BSh.

La temperatura media anual es de 18,1 °C. Agosto es el mes más cálido del año con una temperatura media de 26,1 °C y enero es el más frío con una temperatura media de 10,9 °C⁴⁶. Como características adicionales se podría señalar las temperaturas máximas que pueden sobrepasar a veces los 40 °C y la importancia de tener las oscilaciones térmicas diarias de influencia marina que suaviza los cambios de temperatura estacionales.

Los vientos mantienen una alternancia estacional, con vientos de componente W durante el final del otoño y todo el invierno, relacionados con la dominancia de la circulación general del W en esas estaciones, y vientos del E, SE y EN en primavera y verano, en función de la ganancia altitudinal del anticiclón de las Azores y el desfase térmico tierra-mar, que favorece la instalación de un sistema de brisas que amortigua las diferencias térmicas y el aumento de humedad de las zonas costeras. Los vientos presentan una acusada componente NW en los meses de noviembre a marzo. A partir de marzo empiezan a girar al E, y con menor fuerza al SE, hasta octubre, mes en el que vuelven a recuperar la orientación NW. velocidades medias de 18,3, siendo bastante uniformes al largo del año (ADHARA, 2015).

El año tiene pocas precipitaciones, con un promedio anual de 344 mm. El mes más seco es julio con 4 mm y el mes con mayor precipitación es octubre

⁴⁶ Disponible en: [https://pt.climate-data.org/europa/espanha/comunidade-valenciana/alacant-alicante-105/#:~:text=Clima%20Alacant%2FAlicante%20\(Espanha\)&text=De%20acordo%20com%20a%20K%C3%B6ppen,m%C3%A9dia%20anual%20de%20344%20mm](https://pt.climate-data.org/europa/espanha/comunidade-valenciana/alacant-alicante-105/#:~:text=Clima%20Alacant%2FAlicante%20(Espanha)&text=De%20acordo%20com%20a%20K%C3%B6ppen,m%C3%A9dia%20anual%20de%20344%20mm)

con un promedio de 65 mm⁴⁷. Por otra parte, las precipitaciones en Alicante se dan en pocos meses, con máximas en otoño y primavera, siendo abril y octubre los meses de máxima precipitación y, frecuentemente, de carácter torrencial. Este factor, junto al de las temperaturas, genera, a su vez, un alto grado de aridez (PTEMA, 2013).

Las precipitaciones, además de su escasez, tiene como característica su gran irregularidad interanual y son uno de los principales problemas que enfrenta la ciudad cuando la lluvia llega de manera muy intensa, incluso durante un corto período de tiempo, los daños que puede generar son muchos, tanto en la infraestructura urbana existente como en la vida de los ciudadanos.

Los episodios de lluvias torrenciales se han señalado el período teutlo-estival como la época del año de máximo riesgo debido a existencia de temperaturas de agua del mar muy cálidas en el sector marítimo, pero, puedan todavía desarrollarse también incluso en otras épocas del año, como en aquellas consideradas poco proclives a la génesis de estos episodios, según Cantos y Amorós (2000).

Más adelante hablaremos de los tipos de inundaciones que sufre la ciudad de Alicante, pero, ya se puede decir que una de las principales razones son las fuertes precipitaciones en un corto período de tiempo que hacen con que intensas descargas de precipitación resultado grandes crecidas repentinas de caudales de arroyos y ríos, siendo las características climáticas, por lo tanto, uno de los retos a los que hay que enfrentar en la ciudad.

VEGETACIÓN:

La vegetación de un determinado territorio es el resultado de la interacción de factores como el clima, la geomorfología y las condiciones edáficas, a los que viene a sumarse la influencia humana, siendo ésta, en ocasiones, el factor que con más fuerza condiciona la estructura del paisaje vegetal. En Alicante la mayor parte de su territorio se encuentra ocupado por las etapas de sustitución de la vegetación potencial, o transformada en cultivos o terrenos urbanizados.

Con una vegetación esclerófila, termo mediterránea muy homogénea, la zona viene caracterizada por una aridez acusada y unas precipitaciones escasas, condiciones que determinan el tipo de vegetación que hay en Alicante, el cual también sufre la influencia del mar y los sustratos arenosos, factores ecológicos determinantes en el tipo de vegetación que aparecerá ligado a estos territorios más cerca de las playas, así como los vegetales capaces de soportar unas condiciones climáticas y edáficas muy especiales, como en un suelo rico

⁴⁷ Disponible en: [https://pt.climate-data.org/europa/espanha/comunidade-valenciana/alacant-alicante-105/#:~:text=Clima%20Alacant%2FAlicante%20\(Espanha\)&text=De%20acordo%20com%20a%20K%C3%B6ppen,m%C3%A9dia%20anual%20de%20344%20mm](https://pt.climate-data.org/europa/espanha/comunidade-valenciana/alacant-alicante-105/#:~:text=Clima%20Alacant%2FAlicante%20(Espanha)&text=De%20acordo%20com%20a%20K%C3%B6ppen,m%C3%A9dia%20anual%20de%20344%20mm)

en sales que permanece temporalmente encharcado y donde en las épocas de mayor sequía afloran las sales en la superficie (ADHARA, 2015).

Por mucho que la cantidad de zonas verdes y/o permeables de una ciudad influya en la absorción del agua de lluvia, en este estudio de caso específico, no es un problema, ya que la vegetación presente en la ciudad es bastante vasta, con un número considerable de parques y, sobre todo, cabe señalar que es visible las inversiones de Alicante en nombre de la sostenibilidad e infraestructura verde.

Sin embargo, el problema de las inundaciones en Alicante no está asociado a la falta de áreas permeables o soluciones basadas en la naturaleza que podrían resultar en inundaciones debido a la falta de absorción en el terreno, donde, veremos más adelante, por supuesto, que la ciudad utiliza esta "herramienta" como un método valioso frente al desafío de las inundaciones.

SUELO Y TOPOGRAFÍA:

El suelo puede considerarse como una entidad que se forma y evoluciona conservado en un flujo de materiales geológicos, biológicos, hidrológicos y meteorológicos, que perdura en medio de procesos complejos y perpetuamente dinámicos. En la zona costera de Alicante, los suelos se ven influenciados en gran medida por la geomorfología, en contraposición con los suelos de zonas interiores, que guardan una mayor correspondencia con el material de origen y las condiciones climáticas.

Geológicamente, el termino se encuentra en la parte oriental de las cordilleras béticas, debido a sus características estructurales y estratigráficas, queda incluido en la zona externa en la unidad geológica del Prebético de Alicante, y hay una dualidad entre las llanuras costeras y los relieves más abruptos de interior en los que se hacen presentes grandes pendientes y diversas estructuras de acumulación a pesar de no mostrar en ningún caso alturas muy elevadas.

La existencia de zonas calcáreas y zonas de materiales más blandos, como las margas, y la resistencia diferencial que ofrecen estos materiales a la acción del agua, ocasiona en la coexistencia de pendientes importantes y laderas más suaves de aspecto ondulado, en un contraste típicamente mediterráneo. Al pie de los relieves y con los materiales procedentes de la desmantelación por erosión o por fenómenos de corrimiento en las laderas de materiales menos consistentes, suelen encontrarse acumulaciones en general poco compactadas formando diversas estructuras. La deleznablez de los materiales, las pendientes, la irregularidad de las precipitaciones y la escasez de vegetación, actúan conjuntamente dando lugar a cárcavas y acanaladuras (ADHARA, 2015).

Algunos de los tipos de suelos muy característicos en la ciudad son los Fluvisoles⁴⁸ en los sistemas aluviales y aluviales-coluviales, Regosoles⁴⁹ de tipo calcáreo en los sistemas coluviales, que aparecen ligados a Leptosoles eutrícos en zonas de areniscas y calcarenitas o areniscas y margas. También ligados a estos Leptosoles eutrícos encontramos Calcisoles⁵⁰, con una composición donde vale la pena señalar su moderada capacidad de retención de agua, presente en zonas donde la litología corresponde a margocalizas y margas, presentándose frecuentemente, en estos sistemas, asociados a arenosoles calcáreos. En menor medida también hay los gleisoles, Leptosoles (en sierras calcáreas), arenosoles (en el cordón litoral), solonchaks (en la zona de salinas) y antrososoles⁵¹.

Los procesos morfológicos del territorio que pueden originar un episodio de inundación son muy diversos, dando lugar a diferentes situaciones de peligrosidad geomorfológica. Además, la característica torrencial de las precipitaciones, junto con las características topográficas descritas, ocasiona que los cursos de agua sean de carácter temporal pudiendo presentar elevada energía, que les confiere gran capacidad de transporte de materiales ocasionando diferentes modelados cuando estos materiales son depositados.

En toda la Comunidad Valenciana, la peligrosidad de inundación, según el PATRICOVA (2019), alcanza una extensión de 2.864,34 km², equivalente al 12,3% de la superficie de la Comunidad Valenciana, de la que, prácticamente la mitad, el 6,1% (1.416,17 km²), corresponde a peligrosidad de inundación geomorfológica.

⁴⁸ Suelos formados a partir de depósitos aluviales y coluviales que se sitúan en los fondos de valle y llanuras de inundación como consecuencia de los sedimentos erosionados de las cadenas montañosas del interior, se caracterizan por recibir nuevos aportes de material a intervalos variables de tiempo. En principio pueden alcanzar una alta productividad agrícola, en general, tienen una profundidad adecuada, texturas variables, bajo contenido en materia orgánica y una proporción de carbonatos también variable. Los problemas, en este tipo de suelos, vienen derivados de los riesgos de inundación, topografía del terreno desfavorable, deficiente absorción del fósforo y de los micronutrientes debido al exceso de carbonatos, excesiva altura de la capa freática, salinidad e incluso deficiente calidad de las aguas de riego.

⁴⁹ Suelos poco evolucionados debido a procesos de erosión y aporte que mantienen un continuo rejuvenecimiento del perfil, el desarrollo de horizontes edáficos es escaso y, por tanto, sus propiedades están muy relacionadas con el material geológico del que proceden.

⁵⁰ Suelos que se caracterizan por la presencia de un horizonte con una elevada cantidad de carbonato cálcico, netamente Petro cálcico (con costra calcárea) o bien, con concentraciones de caliza pulverulenta dentro de una profundidad máxima de 125 cm. En general son suelos poco aptos para el cultivo debido al excesivo contenido en carbonato cálcico.

⁵¹ Para más informaciones sobre suelos, disponible en: http://www.habitatge.gva.es/estatico/areas/urbanismo_ordenacion/infadm/publicaciones/pdf_orno/Cap01.pdf

TIPOS DE INUNDACIONES QUE HAN SUFRIDO:

La fachada mediterránea peninsular ha sido escenario de múltiples sucesos de lluvia torrencial e inundaciones en los últimos años. Desde mediados del siglo XX, muchos expertos afirman que las transformaciones territoriales repentinas y aceleradas, en términos cualitativos y cuantitativos, principalmente impulsado por el turismo, posicionaron los sectores de mayor riesgo de inundación del litoral (llanuras de inundación, deltas interiores con canales de desbordamiento activos o zonas endorreicas) como espacios de atracción del crecimiento urbano descontrolado y frenético.

La inundación interna, también denominada pluvial, es la que se produce en cuencas mayoritariamente urbanas por la escorrentía generada dentro de la propia ciudad. Estas cuencas son por lo general pequeñas, y no disponen de un cauce abierto. El cauce es en realidad el sistema de evacuación de aguas pluviales y residuales, e incluso puede no coincidir la cuenca de este con la cuenca física de superficie. Además, en general son pequeñas e impermeables, por lo que sus tiempos de concentración son muy reducidos. En consecuencia, las lluvias más desfavorables a considerar son cortas y de fuerte intensidad, donde los caudales que se producen pueden ser relativamente importantes, pero muy breves.



Ilustración 25 Avenida Dénia en Alicante en 14 de marzo de 2017.

Fuente: El Mundo, 2017⁵².

Al respecto, conviene recordar que las inundaciones relámpago se manifiestan sin aviso, de forma espasmódica, y están asociadas a unos niveles de descarga relativamente elevados que suelen manifestarse en cauces normalmente secos y presentan velocidades de flujo muy elevadas (Martínez,

⁵² Disponible en: <https://www.elmundo.es/comunidad-valenciana/alicante/2017/03/14/58c730d1468aeb7c078b45be.html>

2017). En el área de estudio, las causas atmosféricas de las inundaciones relámpago, con carácter catastrófico, reflejan la interacción de patrones atmosféricos y geográficos que interactúan a diversas escalas.

La hidrología de Alicante viene determinada por la situación geográfica del municipio, así, debido a la cercanía de las montañas a la costa, los cursos son cortos y rápidos. Sin embargo, la irregularidad del clima provoca fuertes estiajes que dan lugar a cursos irregulares que dejan los ríos secos o con un caudal muy bajo en la época de verano.

Por lo tanto, los cursos presentes en Alicante son ramblas de curso intermitente que permanecen secos durante la mayor parte del año y barrancos que drenan los relieves. Según el grupo ADHARA (2015), el Río Monnegre es el curso más importante y relacionado con la superficie administrativa de Alicante, con 36 km de longitud y un corto tramo dentro del término municipal. PTEMA (2013) afirma que tanto el Barranco del Juncaret como el de Maldo han sido canalizados y se juntan, para desembocar, en el Barranco de la Albufereta que vierte sobre la playa del mismo nombre. Ya los acuíferos principales de la ciudad son los de San Juan-Campello, Ventos Castellar, acuífero de Monnegre, el del Tossal de Reo y el del Cabeço dor.

Con todo, al tratarse de una zona donde se encauzan las aguas provenientes de diferentes relieves, juntamiento con el carácter torrencial de las precipitaciones del clima local, se puede explicar un poco los motivos que hacen con que esta zona sea considerada con un alto riesgo. Abajo podemos notar en el plan las envolventes de peligrosidad por Inundación en el municipio y a redores en color azul claro.

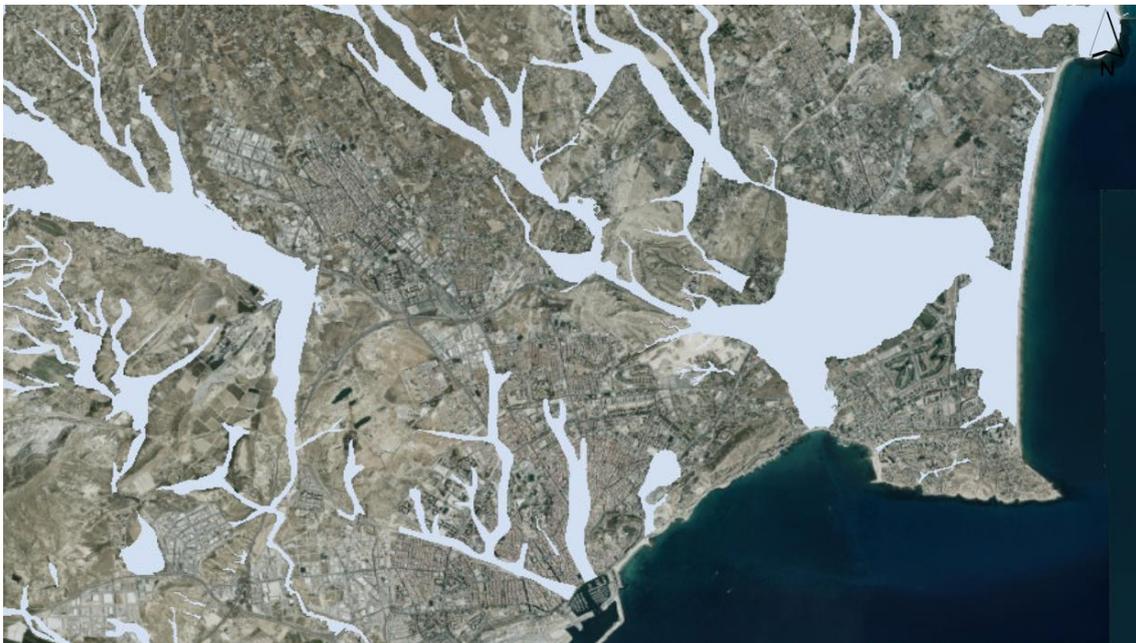


Ilustración 26 Envoltorio de peligrosidad por Inundación en Alicante
Fuente: ICV - Institut Cartografic Valencia⁵³.

⁵³ Disponible en: <https://visor.gva.es/>

Además, Alicante se divide en dos sectores, la zona situada más cercana a la costa, que presenta un riesgo de inundación medio y, en cambio, en la mitad situada más al interior, el riesgo de inundación disminuye hasta situarse en la categoría de baja. Al sur del término municipal se localiza una zona calificada de alto riesgo que coincide con el barranco de las ovejas una vez este recoge las escorrentías procedentes de las sierras del noroeste de la ciudad como la sierra del Ventos en agosto o la propia Sierra del Maigmo (ADHARA, 2015).

Las áreas estacionalmente inundadas, son zonas deprimidas y por lo general próximas al litoral que se encuentran frecuentemente encharcadas. Las Salinas de Aguamarga, por ejemplo, quedan llenas de agua debido a las precipitaciones que aportan lluvia directamente y a la aportada por los barrancos que allí desembocan. La topografía de esta zona impide una salida rápida del agua al mar, quedando anegado hasta que el agua desaparece por evaporación. Con eso, el riesgo de inundación no suele constituir un peligro en esas zonas en específico debido a que resulta un fenómeno previsible, pero, en general, todas las personas son expuestas y se ven afectadas de diversas formas por el fenómeno de las inundaciones en toda la ciudad, principalmente aquellos situados en zonas más bajas, que serán los que recibirán el impacto mayor.

PRINCIPALES SOLUCIONES ADOPTADAS:

A este respecto, es casi obvio decir que el municipio ha sufrido, a lo largo de su historia, varios acontecimientos de naturaleza catastrófica, siendo el más recurrente los efectos provocados por el riesgo de inundaciones.

El Plan de Emergencia frente al riesgo de inundaciones existente en la Comunidad Valenciana (2018) obliga a realización de un Plan de Actuación Municipal frente a este riesgo y, en general, podemos decir que, desde el sector administrativo regional, especialmente a partir de los planes directores de defensa contra avenidas, se están promoviendo una serie de propuestas tendentes a reducir el riesgo de inundación. Además, en el ANEXO I. del Protocolo de actuación municipal frente a inundaciones (2019)⁵⁴, fue establecido 25 puntos o zonas que, con motivo de fuertes lluvias y tormentas, podrían ser susceptibles de inundación⁵⁵.

⁵⁴ Disponible en: <https://www.alicante.es/es/noticias/ayuntamiento-alicante-establece-medidas-preventivas-riesgo-fuertes-lluvia>.

⁵⁵ Las Zonas son: Av. de Elche, entre los doce puentes y la factoría Alcoa; Av. de Elche, entre la desembocadura del Barranco de las ovejas y cruce con la Av. Federico Mayo; Plaza de la Luna, barriada Llano del Espartal Cementerio; Av. de Loring desde la fachada de la Casa del Mediterráneo hasta la Plaza Galicia; Av. de Ramón y Cajal; Av. de Juan Bautista Lafora; Av. de Denia (pasos subterráneos); Av. de Denia en la intersección con el Camino de la Costa; Calle del Hogar Provincial (badén paso autovía); Av. Costa blanca, badenes frente parque Adolfo Suarez y Cala de los judíos; Av. Miriam Blasco, Rotonda Deportista Sergio Cardell; Accesos a la Pedanía Santa Faz; Av. Niza en la confluencia con calle Irlanda; Playa de San Juan, Av. Países Escandinavos en la zona comprendida entre Av. Costa blanca y Av. Las Naciones; Av. Pintor Perez Gil (altura Urb., hoyo 1); Acceso a Villa franqueza, zona campo de tiro y badén autopista;

En resumen, Alicante he trabajado en la incorporación de medidas ante el riesgo de inundación, como la construcción de presas de laminación de avenidas, la restitución hidrológica-forestal, un mayor número de incremento relacionado a la infraestructura verde, y la provisión de zonas de especial protección para limitar la expansión urbana en áreas de elevado riesgo de inundación.

Entre estas medidas, Martínez (2017) añade, mientras tanto, la utilización del sistema de alerta temprana, que debería ser mejorado la señalización y la vigilancia policial, con ocasión de eventos extraordinarios, en zonas inundables y canales de desbordamiento ocupados por infraestructuras viarias, ya que eso también puede ayudar a reducir los efectos de las inundaciones en Alicante.

A respecto de algunas las medidas puntuales incorporadas en la ciudad que son dignas de mención, la primera es la utilización de los depósitos de detención enterrados, que son una buena opción para detener el agua en ausencia de superficie libre, los mismos pueden ser construidos debajo de la tierra y también pueden ser aplicados en los casos en que las condiciones ambientales no recomiendan instalaciones al aire libre.

Por lo general, son construidos de hormigón armado o de plástico y tenemos como ejemplo su aplicación en la ciudad de Alicante en el año 2011 con la inauguración de un estanque de tormentas en el barrio San Gabriel. Con el objetivo primordial de hacer frente a la contaminación de las aguas de escorrentía tras una tormenta.

La estructura de hormigón tiene capacidad para 60 mil metros cúbicos de agua y fue construida debajo de un campo de fútbol (polideportivo Juan Antonio Samaranch), la obra se desarrolló a lo largo de dos años, y supuso una inversión que superó los 15 millones de euros⁵⁶. Este depósito anticontaminación fue construido para evitar el vertido al Barranco de las Ovejas de los caudales extraordinarios de aguas sucias, en parte contaminadas, que se producen con las tormentas. Después de recogido, el volumen de agua es derivado a la depuradora de Rincón de León para tratamiento y posterior reutilización, así, después de pasar por un tratamiento terciario, las aguas regeneradas pueden ser utilizadas en riegos de parques y jardines, baldeos y agricultura, según Ferreira (2019).

Barrio de San Agustín (Avda. Teulada con Gran Vía); Plaza de España; Av. Jijona y Avda. Alcoy (escorrentía superficial); Av. de la Universidad, entre autopista y Decatlón (ubicación feria de navidad); Aguamarga (paso subterráneo); Vial Flora de España, paso inferior; Av. Salamanca, Plaza de la Estrella y Avda. Oscar Esplá (escorrentía); Zona Alfonso X el Sabio hasta Gabriel Miró; Gran Vía, inmediaciones del Puente Rojo.

⁵⁶ Disponible en: <<http://www.diarioinformacion.com/alicante/2011/03/09/alicante-estrena-primer-deposito-almacenar-agua-lluvia-evitara-destrozos-playas/1102845.html>>.



Ilustración 27 Polideportivo arriba y la interna del depósito anticontaminación debajo
Fuente: Ferreira, 2019.

Aunque no sea su finalidad principal, la obra ayuda a evitar inundaciones puntuales cuando los colectores están al borde del colapso, si las corrientes de agua se producen en un espacio de tiempo muy corto, como suele ocurrir en Alicante. En noviembre del mismo año de su inauguración se pudo comprobar la eficiencia de la estructura, tras 48 horas de tormenta en las cuales el depósito llegó a su capacidad máxima y pudo impedir el vertido al mar de 92.000 litros de agua contaminada⁵⁷

La segunda, es otro instrumento que vale la pena mencionar, los Wetlands (humedales), artificialmente instalados como los anteriores, con el fin de sustituir a un humedal natural, pero con menor profundidad y mayor densidad de vegetación emergente, según Ferreira (2019), y poseen un gran potencial ecológico, estético, educacional y recreativo. Este sistema urbano de drenaje sostenible, del tipo Wetland, fue reproducido de manera muy innovadora y eficiente con un humedal, en el año de 2015, cuando fue inaugurado en Alicante el primer parque inundable de España, ubicado en el barrio Playa de San Juan, el cual es una referencia en el escenario de inundaciones debido a las lluvias torrenciales tanto en la ciudad, como en el país.

El parque La Marjal se dice inundable porque ha sido diseñado para recoger el agua de las riadas otoñales típicas de Alicante, que antes de su instalación solían inundar parte del barrio en que está ubicado. La verdad es que, además de tener una lámina de agua permanente, tiene una capacidad de carga de 45 mil metros cúbicos de agua, una cantidad inferior comparada al ejemplo anterior, pero, con la ventaja de que, en el caso de superar este volumen, el agua puede ser desviada directamente al mar.

Existe un registro de almacenamiento de 3,5 millones de litros de agua en el otoño del año de apertura (2015) y 4,5 millones al año siguiente (2016) según Ferreira (2019). El agua recogida, a su vez, puede ser bombeada hacia la estación depuradora Monte Orgegia para su reutilización, o dirigida, si es de buena calidad, para su uso en el riego urbano. Los 30 mil metros cuadrados del parque incluyen, además de los tanques de retención, una cascada de cuatro

⁵⁷ Disponible en: <<http://www.diarioinformacion.com/alicante/2011/11/25/deposito-san-gabriel- evita-verter-mar-92000-m3-agua-contaminada/1194772.html>>.

metros de altura, bancos para sentarse, senderos para caminar, con puentes conectando los caminos alrededores y miradores para admirar el parque y las montañas que hay en el entorno.



Ilustración 28 Parque La Marjal - Estado habitual y con el vaso de retención lleno
Fuente: Ayuntamiento de Alicante⁵⁸.

Lo más interesante de esta iniciativa es la junción de elementos que agrega además de la función de control de inundaciones, las funciones paisajísticas, estéticas y recreativas, haciéndola una obra que sólo ha traído beneficios a la ciudad, convirtiendo un lugar lleno de deficiencias en un lugar de gran privilegio dentro de la ciudad.

El parque también es una referencia en demasiados sentidos que van incluso, de la revalorización inmobiliaria del entorno, hasta el impacto directo en la fauna y flora de la ciudad, como ya se han observado en el parque un ave protegida que nunca antes se había visto en las cercanías de Alicante, según Ferreira (2019).



Ilustración 29 Parque La Marjal
Fuente: Ayuntamiento de Alicante⁵⁹

Ya en relación a su funcionalidad principal, la estructura fue puesta en prueba inesperadamente en el mes de marzo de 2017, cuando fuertes lluvias cayeron sobre la ciudad de Alicante, en un total de 135,8 litros de agua por metro cuadrado, según datos oficiales de la Agencia Estatal de Meteorología

⁵⁸ Disponible en: <https://www.alicante.es/es/equipamientos/parque-marjal>

⁵⁹ Disponible en: <https://www.alicante.es/es/equipamientos/parque-marjal>

(AEMET)⁶⁰. Numerosos puntos de la ciudad quedaron anegados, registrándose daños materiales y provocando suspensión de clases en escuelas.



Ilustración 30 Llenado del parque La Marjal tras la lluvia del marzo de 2017
Fuente: Ferreira, 2019.

En esa ocasión, el parque inundable La Marjal llegó a recibir 15.500 metros cúbicos de agua sobre su capacidad total de 45 000 m³, siendo cerrado a la visita, como indica en su protocolo de actuación y el funcionamiento hidráulico del parque puede verse mejor y con más detalles en las ilustraciones adelantes sacadas de Ferreira (2019), en que la primera, ilustra la región afectada y la infraestructura de drenaje anterior a la construcción del parque, mientras que en la segunda es posible ver el área en que está instalado el parque, el nuevo colector (para derivación al parque, por gravedad, de las aguas que rebasan la capacidad del sistema de drenaje anterior) así como el sistema de bombeo de aguas del parque a la estación depuradora, en la hipóstasis de reutilización de los volúmenes almacenados.



Ilustración 31 Infraestructura de drenaje anterior al parque La Marjal
Fuente: Ayuntamiento de Alicante⁶¹.

⁶⁰ Disponible en: <https://www.elperiodico.com/es/sociedad/20170314/imagenes-espectaculares-%20inundaciones-alicante-5895556>.

⁶¹ Disponible en: <https://www.alicante.es/es/equipamientos/parque-marjal>



Ilustración 32 Infraestructura de drenaje incluyendo el parque La Marjal

Fuente: Ayuntamiento de Alicante⁶².

La elección de respetar y fomentar las alternativas verdes y soluciones basadas en la naturaleza, en vez de las tradicionales infraestructuras de canalizaciones de todo, por decirlo así, son la mejor escoba, siempre que posible, ya que, como ya fue mencionado anteriormente, los investimentos y el daño ambiental seguramente es más grandes cuando hay tales intervenciones estructurales. Sin embargo, a veces el punto medio entre estas dos alternativas puede dar lugar a una combinación mensurable, que es el caso de La Marjal.

La concepción de colectores de vertidos y/o depósitos subterráneos fue adoptada por la administración pública tomando en consideración el menor coste económico, el menor impacto ambiental, la posibilidad de depurar y reutilizar el agua almacenada, y también mayor rentabilidad social de la inversión, al crearse una nueva zona verde, según Ferreira (2019).

La obra de este Parque ha sido premiada por la Mejor Integración en el Entorno y Respeto al Medio Ambiente de la provincia de Alicante, concedido por la Federación de Obras Públicas de la provincia de Alicante (FOPA) en el año 2015. El Ayuntamiento de Alicante ha recibido en 2018 el Premio Ciudad Sostenible en la categoría de gestión del ciclo del agua, otorgado por la Fundación Fórum Ambiental con el apoyo del Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente y la colaboración de Ecoembes, todo por el proyecto de Gestión Sostenible del Parque Urbano Inundable La Marjal.

⁶² Disponible en: <https://www.alicante.es/es/equipamientos/parque-marjal>

2.6.2. VITORIA-GASTEIZ

RESUMEN CIUDAD:

Vitoria-Gasteiz está situada en el interior del tercio norte de España, en la Comunidad Autónoma del País Vasco, provincia de Álava. En una ubicación estratégica, con una superficie de 276,08 KM², la ciudad es considerada el verdadero "corazón de la Provincia de Álava" no sólo por su situación central con tres aeropuertos y un gran puerto a distancias menores de una hora, sino, por su peso demográfico, y por ser el asentamiento de la mayor parte de las actividades industriales, de los sectores terciario y de servicios debido al desarrollo acusadamente centrípeto en favor de la capital respecto al conjunto provincial, de acuerdo con datos del Plan General De Ordenación Urbana De Vitoria-Gasteiz (PGOU, 2003).

Vale destacar también que la Comunidad Autónoma del País Vasco ocupa el primer puesto de diecisiete CCAA españolas en el Índice de Desarrollo Humano (0,916 en 2015, similar al de Estados Unidos, Suecia o Reino Unido), y sus tres provincias ocupan los tres primeros puestos de las 52 provincias del Estado Español⁶³.

Hay 251,774 habitantes⁶⁴ en Vitoria-Gasteiz, donde hay un 7,8 % de su población con nacionalidad extranjera, los mayores de 65 años alcanzan el 16,7% y los menores de 15 años el 12,27% de la población total. A respecto de la economía, es importante señalar su fuerte componente industrial, además de que en los últimos años se destacaran también los servicios relacionados con la calidad de vida como salud, educación, cultura, deporte, espectáculos, comercio, hostelería y turismo⁶⁵.

De hecho, Vitoria-Gasteiz es una ciudad compacta, con un urbanismo de calidad y una dotación de servicios públicos importante, incluyendo una gran superficie de zonas verdes con gran potencialidad para conectar de forma radial con el campo. Ocupa también una posición centrada en un amplio valle de fértiles tierras regadas por el río Zadorra y los rebordes montañosos que enmarcan el escenario agrícola extenso y muy cualificado. (Orive, 2006),

En general, el territorio se configura en círculos concéntricos, donde el más central de los cuales, contiene a la ciudad, que está rodeada en primer término por el Anillo Verde, una estrecha zona verde seminatural de contorno asimétrico, y, en segundo, por Llanada Alavesa, donde se puede reconocer una gran diversidad de usos con diferentes implicaciones desde el punto de vista

⁶³ Disponible en: https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/was/contenidoAction.do?idioma=es&uid=u2bc01267_14693a5a13d__7fc7

⁶⁴ INE 2019.

⁶⁵ Disponible en: https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/was/contenidoAction.do?idioma=es&uid=u2bc01267_14693a5a13d__7fc7

natural, zona industrial y aeropuerto, vías de comunicación, núcleos rurales, cerros cubiertos de vegetación natural, cursos de agua, riberas y, finalmente, el uso agrícola dominante (Informe-diagnóstico ambiental y de sostenibilidad, 2009).

Adelante serán abordados temas pertinentes para el análisis del presente estudio de caso, como clima, vegetación, suelo y topografía, fluviales y tipos de inundaciones que la ciudad ha sufrido, así como, sus posibles soluciones adoptadas frente al problema de las inundaciones.

CLIMA:

Desde el punto de vista climático, la zona de estudio se encuentra en una región de transición entre los climas oceánico y mediterráneo del interior, caracterizándose por un clima de clara influencia atlántica, aunque con mayor oscilación térmica y leve sequía estival (PGOU, 2003).

De acuerdo con Köppen, el clima se clasifica como Cfb, templado sin estación seca con verano templado. Mientras tanto, el municipio destaca el importante grado de nubosidad y el bajo número de días despejados, así como su importante porcentaje de humedad relativa del aire, fruto de la penetración de la influencia marina por los relativamente bajos puertos de la divisoria y de la influencia cantábrica en el régimen de los vientos.

La temperatura aquí en promedio es 12.0 °C. El mes más cálido es agosto con un promedio de 19.4 °C, y las temperaturas medias más bajas del año se producen en enero, cuando está alrededor de 5.5 °C. En las zonas montañosas se alcanzan las mínimas temperaturas medias, 9 -10^o y los períodos de heladas más probables son de septiembre a junio⁶⁶.

Hay una gran cantidad de lluvia en Vitoria, incluso en el mes más seco con precipitaciones aquí promedios 855 mm. El mes más seco es julio con 42 mm de precipitación y la mayor cantidad de precipitación ocurre en diciembre, con un promedio de 95 mm⁶⁷.

De acuerdo con el Informe-Diagnóstico Ambiental y De Sostenibilidad, (2009), se pueden distinguir tres zonas claramente diferenciadas por su pluviosidad, el área de la Llanada registra precipitaciones que oscilan entre los 700 y 900 mm y separa, a través de gradientes ligados a las condiciones orográficas del terreno, las dos zonas montañosas, donde éstas aumentan. En la zona sur del Municipio, correspondiente a los Montes de Vitoria, llegan a ser máximas (1.200-1.300 mm), mientras que en la sierra de Badaya se registra una pluviosidad cercana a los 1.100 mm.

⁶⁶ Disponible en: <https://es.climate-data.org/europe/espana/pais-vasco/vitoria-402/>

⁶⁷ Disponible en: <https://es.climate-data.org/europe/espana/pais-vasco/vitoria-402/>

VEGETACIÓN:

El territorio municipal se reparte entre las comarcas naturales de vegetación de los Valles Subatlánticos (parte más baja y llana del territorio) y las Montañas de Transición (Montes de Vitoria y Sierras de Badaya y Arrato). Se trata de un área entre dos regiones biogeográficas claramente diferenciadas: la región eurosiberiana y la región mediterránea, lo que permite la coexistencia de elementos de ambas regiones, constituyendo al municipio una alta diversidad vegetal en relación con la superficie ocupada (PGOU 2003).

Debido a la circulación atmosférica dominante de vientos húmedos provenientes del NO (Montes de Vitoria), su vegetación tiene todavía una clara influencia atlántico siberiana, donde se hace dominante el hayedo. Por el contrario, en las vertientes orientadas al sur, donde el viento que llega es seco, la vegetación tiene un carácter más mediterráneo (sierras de Arrato y Badaya, aunque en esta última predomina la orientación esta) (Informe-diagnóstico ambiental y de sostenibilidad, 2009).

En la ciudad hay una serie de espacios naturales periurbanos, hay algunos que están un poco degradados, pero, en general, la mayoría está en buenas condiciones. Mientras tanto, el ámbito natural de la ciudad funciona como ecotono⁶⁸, es decir, una zona de transición entre dos ecosistemas diferentes o fronteras ecológicas, o sea, esa zona de transición entre las dos áreas, urbano y natural, resultan en el denominado posteriormente, Anillo Verde⁶⁹.

El conjunto de parques que rodean la ciudad viene de un proyecto de restauración ambiental iniciado en 1993, que ha transformado la periferia degradada en un espacio natural de alto valor ecológico en la principal zona recreativa de la ciudad. Actualmente, es un elemento estructural mensurable de Infraestructura Verde, constituyendo un símbolo para la ciudad, además de ejercer la función de pulmón para Vitoria-Gasteiz, siendo accesible desde varios puntos dado a su carácter continuo. En la ilustración adelante podemos mirarlo, señalando los nombres de las principales zonas verdes.

⁶⁸ Una zona de máxima interacción, y por lo tanto con mayor riqueza biológica con el número de especies casi siempre superior que en las zonas adyacentes, lo que le convierte en lugar de reunión para los organismos entre la propia ciudad y el territorio.

⁶⁹ Para más información sobre el Anillo Verde: https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/was/contenidoAction.do?idioma=es&uid=u_631d57c1_163f761d803__7f46



Ilustración 33 Anillo verde y los parques que lo componen

Fuente: Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2020.

Vale destacar que la Infraestructura verde es una red planificada, compuesta de espacios naturales, seminaturales y otros elementos ambientales. En el caso del entorno de Vitoria-Gasteiz, está conformada por la interconexión de diferentes espacios verdes (Anillo Verde), los ecosistemas acuáticos y otros elementos naturales (los Montes de Vitoria, la sierra de Tuyo, la sierra de Badaia, el embalse de Ullívarri-Gamboa, etc.), rurales y/o urbanos, pudiendo incluso incluir terrenos agrarios que no sean de titularidad pública, pero que de alguna manera forman parte y conectan con la Infraestructura Verde⁷⁰.

Según Orive (2006), la matriz agrícola incluye una importante red de ríos y arroyos sobre un extenso acuífero, bosques-isla, caminos y vías pecuarias enlazando rutas tradicionales, junto con los sistemas montañosos, bosques y pastizales de gran valor ecológico y paisajístico. No obstante, hay más de cien huertos que desarrollan mucha actividad de horticultura ecológica en conjunto con los ciudadanos que todavía estimulan acciones y estrategias positivas para la conservación de los suelos agrícolas.

Recientemente, el impulso de mejorar todavía más y mantener la vegetación con podas, reposiciones, plantaciones, riegos, revisión y seguimiento del Plan Director del Arbolado Urbano, fue incorporado un arborista profesional

⁷⁰ Disponible en: <https://www.vitoria-gasteiz.org/docs/wb021/contenidosEstaticos/adjuntos/es/70/65/87065.pdf>

para la Unidad de Paisaje Urbano de la ciudad⁷¹, de igual manera que se ha realizado más plantaciones para favorecer también la biodiversidad de aves e insectos, sirviendo de corredores ecológicos y creando charcas para fomentar el bienestar de los anfibios. Con todo, una de las cuestiones más importante que podemos notar en la ciudad es el valor que tiene el medio natural para ellos y la continua inversión, o reincorporación, de tales cuestiones que tiene que ver con la naturaleza dentro de la ciudad.

SUELO Y TOPOGRAFÍA:

De manera simplificada, y separado en unidades homogéneas que reúnen similares características edáficas, litológicas, climáticas, fisiográficas y una misma vegetación-usos del suelo, los diferentes tipos de suelo que aparecen en la ciudad son: en la zona de Badaia-Arrato, rendzina óchrica y litosol, presentándose en algunos casos el regosol calcárico como inclusión; en la zona de Montes De Vitoria - Zona Alta, luvisol, con la presencia del litosol como inclusión; en la zona de Llanada, vertisol pero también aparece en las zonas más deprimidas, cercanas a los 500 m de altitud, asociado principalmente al cambisol cálcico y cambisol vértico; en la zona de Laderas De Montes de Vitoria, cambisol cálcico y la rendzina óchrica; y en la zona de Franja Noroccidental, cambisol cálcico, asociado al regosol y a rendzina óchrica⁷².

La mayor parte del territorio de la ciudad ocupa una depresión situada a unos 500-560 metros sobre el nivel del mar, ubicada dentro de un gran conjunto estructural que conocemos como Montes Vasco-Cantábricos, donde el entorno de Vitoria-Gasteiz se encuentra situado en el denominado sector navarro-alavés-cantábrico, también llamado Surco alavés⁷³.

Los Montes de Vitoria al Sur y las Sierras de Badaya y Arrato al Noroeste, constituyen la zona montañosa del Municipio, con los valores naturales y paisajísticos de mayor entidad. Al pie de estas zonas se extiende la Llanada, un área que mientras esta el núcleo urbano de Vitoria-Gasteiz, hay también el carácter rural, dominada por cultivos y salpicada por pequeños núcleos rurales, resaltes de cerros y algunos bosquetes (PGOU 2003).

La Llanada Alavesa es denominada así por comparación con otras comarcas vascas, puesto que, en realidad, no es tan llana, aunque hay que admitir que sus espacios abiertos son más amplios que en otras partes del

⁷¹ Disponible en: <https://www.gasteizhoj.com/vitoria-arboles-el-pilar-zaramaga/>

⁷² Disponible en: <https://www.vitoria-gasteiz.org/docs/wb021/contenidosEstaticos/adjuntos/es/79/31/37931.pdf>

⁷³ Disponible en: <http://www.vitoria-gasteiz.org.es/ARQUEOLOGIA-E-HISTORIA-DE-UNA-CIUDAD-LOS-ORIGENES-DE-VITORIA-GASTEIZ-2.htm>

País⁷⁴. Además, constituye estructuralmente un enorme sinclinorio⁷⁵ formado por materiales muy deleznable de naturaleza margosa, pertenecientes al Cretácico superior⁷⁶. Asimismo, desde el punto de vista hidrológico, la mayor parte de su superficie se encuentra drenada subsecuentemente por el río Zadorra, salvo su extremo más oriental⁷⁷.

Litológicamente, los depósitos cuaternarios⁷⁸ aparecen ocupando preferentemente los fondos de valle de los cursos fluviales, por su cobertura del territorio ser más irregular, no obstante, son muy permeables debido a que son el asiento de un importante acuífero (conectados hidráulicamente con la actual red de drenaje) y también dan lugar a suelos frescos y profundos de gran aptitud agrícola.

La elevación del nivel freático en la Llanada (muchos de los ríos son alimentados por el acuífero cuaternario y no al revés) da lugar a la formación de numerosos humedales adyacentes a los ríos. Por otra parte, los materiales del acuífero son muy permeables, siendo especialmente sensibles a la contaminación por vertidos urbanos, industriales y por insumos agrícolas, tres tipos de alteraciones muy frecuentes en la Llanada Alavesa. Además, entre los materiales de base que configuran el relieve municipal están las rocas más duras (calizas, areniscas o dolomías) que estructuran las sierras, y en la llanada, queda excavada a favor de los materiales menos resistentes a la erosión, como las margas y margocalizas. (Informe-diagnóstico ambiental y de sostenibilidad, 2009).

FLUVIALES Y TIPOS DE INUNDACIONES QUE HAN SUFRIDO:

Considerado el más importante de los ríos eminentemente alaveses y del que abastece la mayor parte de los caudales para usos urbanos y agrarios, el río Zadorra, afluente del río Ebro por la margen izquierda, presenta una cuenca de 1.361,28 km², una longitud de 78 kms y un caudal medio de 14,1 m³/s,

⁷⁴ Disponible en: <http://www.nirea.eus/es/descubre-nuestro-territorio/territorio-de-comarcas/llanada-alavesa>

⁷⁵ Un pliegue con la concavidad hacia arriba, mostrando capas que cuelgan hacia el centro de la estructura.

⁷⁶ En la escala de tiempo geológico, el Cretáceo Superior es la época de la era Mesozoica del eón Fanerozoico que se encuentra entre 100,5 y 66 millones de años atrás, aproximadamente. Para más información sobre el Cretácico Superior, disponible en: http://www3.uah.es/jose_f_garcia_hidalgo/investigación/cretacico.htm

⁷⁷ Disponible en: <http://www.vitoria-gasteiz.org.es/ARQUEOLOGIA-E-HISTORIA-DE-UNA-CIUDAD-LOS-ORIGENES-DE-VITORIA-GASTEIZ-2.htm>

⁷⁸ Materiales constituidos por una serie de depósitos de origen eólico, volcánico subaéreo, diluvial, coluvial y aluvial. Para más información sobre Depósitos Cuaternarios, disponible en: <https://pt.scribd.com/doc/56659323/Depositos-cuaternarios>

situándose en el centro de Vitoria-Gasteiz, con cerca de 22 km transcurriendo por el territorio de la ciudad (Matauco, 2004).

Sus afluentes, en general, llevan agua todo el año, con la excepción del río Oca, que se seca en verano debido a las infiltraciones en el subsuelo calizo. El río Alegría es el de mayor caudal de los afluentes por el sudeste de Zadorra, a lo largo de 11 km, sin embargo, está canalizado en alguno de sus tramos, así como otros afluentes (Batán, Zapardiel, Errekatziki o Santo Tomás) que también están embocinados a su paso por el casco urbano de la ciudad, donde sus aguas se incorporan al sistema de saneamiento. Además, aguas arriba del municipio, hay la presa de Ullibarri Gamboa, el cual su regulación también tiene un fuerte impacto en el régimen fluvial Zadorra al paso por la ciudad (Informe diagnóstico ambiental y de sostenibilidad, 2009).

Sin embargo, El río Zadorra rodea por el norte la ciudad, atravesando zonas industriales, agrícolas, residenciales e infraestructuras donde las crecidas fluviales e inundaciones han sido recurrentes en el tiempo, ocupando esos espacios, cada vez en mayor medida. Con el fin de minimizar las consecuencias, se ha actuado sobre el río con medidas estructurales, variando la dinámica fluvial, lo cual ha incrementado el riesgo y los daños (Matauco, 2006).

El riesgo de inundaciones en ese caso, viene dado por la conjunción de la peligrosidad de las crecidas por el incremento de la altura del agua y la vulnerabilidad del territorio sobre el cual se produce la expansión de las aguas, de acuerdo con Matauco (2005).

La modificación del régimen natural del río Zadorra por la construcción aguas arriba del sistema de embalses de abastecimiento en los años 50, junto con la ocupación de las vegas de inundación, son las causas principales de los periódicos desbordamientos de este río y de las inundaciones causadas en las zonas industriales situadas al norte de la ciudad, que han ocasionado importantes pérdidas económicas (Marañón, 2019).

Tal sistema cuenta con cuatro embalses interconectados entre sí: Ullibarri-Ganboa, Urrunaga, Albina y Undurruga, que presentan una complicada gestión, dado que son múltiples los usos para los que se destinan, generación hidroeléctrica, abastecimiento urbano-industrial y laminación de avenidas, que regulan 416 km² de cuenca. Los embalses de Ullibarri y Urrunaga son los de mayor capacidad, con 147 y 72 Hm³ respectivamente y se sitúan junto con el de Albina en la vertiente mediterránea.

El primero vierte directamente sus aguas al río Zadorra, 6 kms aguas arriba de la ciudad de Vitoria-Gasteiz, el segundo al río Santa Engracia, que confluye en el río Zadorra 3 kms aguas arriba de la misma ciudad, y el tercero al río Albina, aguas que son recogidas posteriormente por el embalse de Urrunaga. El cuarto embalse, Undurruga, se sitúa en la vertiente cantábrica, más concretamente en el valle de Arratia, a través del cual se realiza el salto hidroeléctrico para la obtención de energía y mediante el que también se hace el

trasvase de aguas del Zadorra al Arratia para el abastecimiento del Gran Bilbao (Matauco, 2005).

En definitiva, es decir, la dificultad de gestionar unos embalses con diversos usos, se une a la maraña de concesiones, propietarios y derechos, e intereses contrapuestos que dificultan todavía más la toma de decisiones para afrontar el riesgo.

Mientras que tal inversión se hizo para prevenir tales problemas de inundación, es visible que las medidas infraestructurales han aumentado la peligrosidad de las crecidas aguas abajo de los embalses debido a los problemas de gestión y al nuevo funcionamiento hidrológico del río. Sin embargo, esta infraestructura todavía causa la sensación de falsa seguridad para los residentes cercanos y otros ciudadanos de la ciudad. Así mismo, lo peor, es que, en general, se continúa planteando tales tipos de medidas independientemente de tal peligrosidad.

No obstante, la situación de los ríos del sur de Vitoria también es problemática, donde, los ríos como el Santo Tomás, el Errekaleor, el Zapardiel, el Batán o el Esquíbel, que, hasta hace pocas décadas, conectaban los Montes de Vitoria con el río Zadorra, fueron embocinados a la entrada de la ciudad pasando a funcionar como colectores de la red de saneamiento. Además de la pérdida total de funcionalidad ecológica y social, su transformación en colectores genera problemas añadidos, sobre todo en épocas de fuertes lluvias, como avenidas en las zonas urbanas próximas a los puntos de embocinamiento y sobrecarga en la red de saneamiento y en la depuradora (Marañón, 2019).

Las inundaciones que periódicamente se producen en la zona norte se derivan por la consecuencia del desbordamiento del río Zadorra a su paso por la ciudad, tal y como ocurrió en febrero de 2003, la inundación más grave para la ciudad en los últimos 22 años⁷⁹, con la lámina de agua producida tanto por el desbordamiento de las aguas crecidas del río como por el afloramiento de las aguas del freático (Matauco, 2006).

Ya en la zona sur, las causas son debido al embocinamiento de los ríos que nacen en Montes de Vitoria y que al entrar en la ciudad y son canalizados y soterrados para pasar a funcionar como colectores de la red unitaria de saneamiento, es decir, puntos donde se había actuado previamente, modificando la dinámica fluvial, tal y como la corta del meandro del río para instalar la autovía a Bilbao o la instalación de un centro comercial, resultando, obviamente, en crecidas de agua donde se sitúa el río, además de que han incrementado la peligrosidad de las avenidas y el riesgo aguas abajo (Marañón, 2019).

⁷⁹ Disponible en: https://elpais.com/diario/2003/02/05/paisvasco/1044477602_850215.html



Ilustración 34 Corta y relleno de un meandro del río Zadorra para realizar un centro comercial

Fuente: Manzano, J. e Izuskiza, I., 1994.

Por la ciudad, aparecen también otras represas y balsas de pequeño tamaño situadas principalmente en las vertientes de los Montes de Vitoria. Además, hay la existencia de un importante acuífero presente en Vitoria-Gasteiz, que prácticamente abarca toda la zona de Llanada en el municipio, que tiene en torno a 90 km² de extensión y una potencia media de 5 metros que obliga a considerar muy especialmente la ocupación de estos terrenos por la urbanización. Del mismo modo que este acuífero es el principal de la conservación de valores ecológicos, hay también el humedal de Salburua, una extensa zona húmeda situada en la zona periurbana que por su vez también es responsable del riesgo de inundación por anegación en las zonas más bajas de la ciudad (Informe-diagnóstico ambiental y de sostenibilidad, 2009).

Con todo, el tipo de crecidas que predominan en el río Zadorra, son de valle, más o menos lentas y previsibles, con excepción a crecida relámpago registrado en julio de 1988 en el tramo alto del río. No obstante, las superficies anegadas no adquieren grandes profundidades ni fuertes velocidades del agua, por situarse sobre terrenos muy llanos, con escasas pendientes, donde las aguas se expanden fácilmente en la horizontal. Sin embargo, la valoración del riesgo demuestra que éste se ha visto incrementado, en gran medida por el aumento de la vulnerabilidad, concretado en una mayor presión urbanística sobre la llanura de inundación, y también, el de la peligrosidad, debido a la gestión de desembalses realizada. Pero, es un riesgo que afecta fundamentalmente a las actividades económicas y a los usos residenciales, equipamientos e infraestructuras, siendo bastante leve el riesgo asociado a personas por lo menos (Matauco 2005).

PRINCIPALES SOLUCIONES ADOPTADAS:

Debido a todo el escenario ya mencionado, en abril de 1997 surge la primera iniciativa de actuación en la ciudad, con el Proyecto de derivación de los ríos Errekaleor y Santo Tomás para la prevención de inundaciones en Vitoria-Gasteiz (1), que tiene como objetivo la restauración de las lagunas de Salburua, donde el complejo incluye dos humedales principales, la Balsa de Betoño, con 21 ha de lámina de agua, y la de Arcaute, con 39,5 ha, que cumplen un papel hidrológico clave en la lucha contra las inundaciones de la ciudad al actuar como embalse laminador de las avenidas con período de retorno de 100 años, además de su relevancia en la contribución en la mejora de la calidad del agua. No obstante, se trata también del ejemplo de sistema de descarga de acuíferos más extenso y mejor conservado en este sector de la cuenca del río Ebro y cumple un papel fundamental en el funcionamiento hidrológico de una amplia unidad hidrogeológica, de acuerdo con el Informe-Diagnóstico Ambiental y de Sostenibilidad (2009). En el esquema adelante podemos observar en forma de plan, los proyectos ejecutados hasta ahora y futuros que serán abordados a continuación.

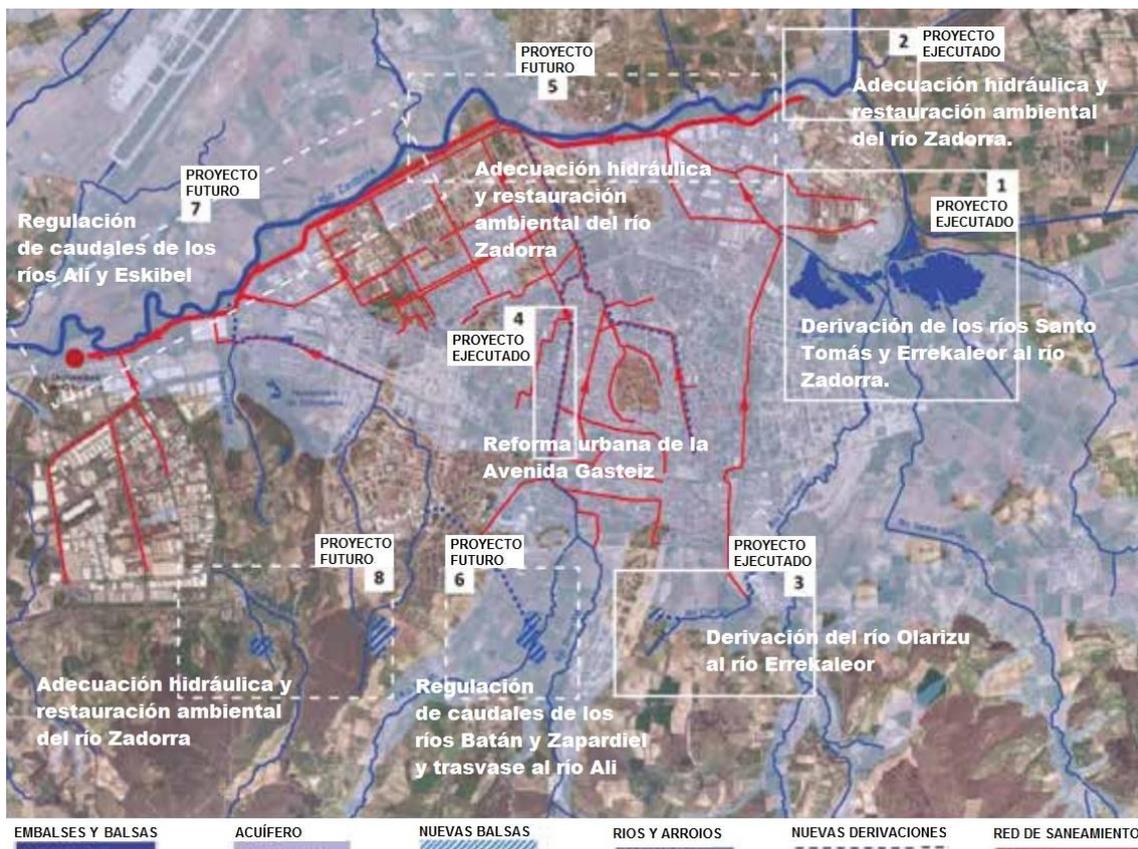


Ilustración 35 Zonas de intervención: proyectos ejecutados y futuros.

Fuente: Modificado de Maraón, 2019.

Sin embargo, los caudales de los ríos que entran en la red de saneamiento del complejo se derivan al río Alegría y posteriormente al Zadorra y este incremento de caudales en la confluencia entre ambos ríos supondría el agravamiento de la situación en épocas de avenida. Por eso, en diciembre del

mismo año entra en vigor el plan especial de defensa contra inundaciones en el casco urbano de Vitoria-Gasteiz. Tramo: Puente de Gamarra - Puente de la Autovía N-I, redactado para dar una solución a la nueva situación creada como consecuencia de las obras de derivación de los ríos Errekaleor y Santo Tomás, donde se aprovecha el pequeño cauce de un antiguo molino para hacer un nuevo cauce para las avenidas extraordinarias del río Zadorra. Vale destacar que este proyecto obtuvo el apoyo de la Confederación Hidrográfica del Ebro y de todas las partes implicadas en la reunión celebrada en la CHE del día 1 de diciembre de 1997 y en la misma reunión se convoca al Centro de Estudios Ambientales (CEA) para la redacción del Proyecto de acondicionamiento completo del cauce del Zadorra a su paso por Vitoria-Gasteiz, señalando como criterio darle suficiente capacidad para evacuar la avenida del período de retorno de 100 años, contemplando la sustitución de las compuertas de los embalses y la adecuada gestión de las mismas. Mientras tanto, solo en mayo de 1998, el Gobierno Vasco se compromete a preparar un texto de convenio para la ejecución y financiación entre las diversas instituciones, que, por fin, en marzo de 2000 el Grupo de Trabajo del Agua presenta sus consideraciones y conclusiones al proyecto en dicho Consejo dándose la aprobación general al mismo.⁸⁰

En Noviembre de 2000, viene el Estudio hidráulico del río Zadorra a su paso por Vitoria-Gasteiz y análisis de alternativas para la defensa contra inundaciones en el casco urbano con los resultados que permiten escoger las mejores propuestas de adecuación hidráulica para avenidas de período de retorno de 100 y 500 años, asegurando la defensa de los espacios industriales y urbanos de la ciudad y asumiendo el posible desbordamiento extraordinario en las márgenes del Parque Fluvial y en las zonas agrícolas circundantes para avenidas de periodo de retorno superior a 25 años⁸¹.

Además del problema de las avenidas, se supone un reto fundamental para las políticas de sostenibilidad urbana la solución de los conflictos estructurales y de manera característica que tienden a producirse entre la ciudad y el medio rural que la rodea. En la situación en cuestión no fuera diferente, pues, según Orive (2006), se constató que, en las zonas de borde de la ciudad consolidada, sometidas a una fuerte presión urbanística, se daba también la mayor proporción de áreas degradadas. Como en tantas ciudades, estos contactos ciudad-campo no estaban bien resueltos y los síntomas de degradación ambiental eran evidentes como: vertidos incontrolados, chabolas, huertas ilegales en riberas, graveras abandonadas, caminos mal drenados y en mal uso, etc.

No obstante, en las áreas periféricas que suelen proliferar los espacios más degradados y marginales fruto de la expansión urbana e industrial, se

⁸⁰ Disponible en: <https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/es/14/29/61429.pdf>

⁸¹ Disponible en: <https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/es/14/29/61429.pdf>

mantienen en ocasiones zonas verdes con gran potencial e incluso enclaves de alto valor ecológico seriamente amenazados, según el PGOU (2003).

Es decir, había un río que hacía de límite urbano al norte y unos sistemas montañosos al sur como elementos naturales de mayor entidad; un sistema de drenaje con pequeños cauces y arroyos enmarcando la ciudad por el este y el oeste que juegan un papel importante en la conectividad ecológica. Además, existen pequeños bosques-isla (Armentia y Zabalgana) algún parque periurbano consolidado con su tradicional romería como es Olárizu. Unos humedales desecados, ocupados por fincas agrícolas, habían albergado hace unas décadas notables comunidades botánicas y faunísticas, amén de jugar un papel regulador de las avenidas y cabía también la ilusión de su recuperación. Aunque, como dicho antes, muchos de estos espacios estuvieran degradados, pero, su potencialidad para la restauración era enorme (Orive, 2006).

Con todo, la configuración de la infraestructura verde se plantea como una posible solución integradora, capaz de armonizar el desarrollo urbanístico y garantizar al mismo tiempo la conservación de los valores naturales del entorno rural en conjunto de medias valorables frente al problema de las inundaciones. Es decir, se trata de incorporar estos espacios en el proceso de ordenación territorial, como importantes elementos estructurantes de las zonas de expansión de la ciudad, además de aumentar la cantidad de superficie permeable, favoreciendo la absorción natural del agua. Así que, finalmente, en agosto de 2002, vigora el Plan y Proyecto de adecuación hidráulica y restauración ambiental del río Zadorra (2, ejecutado / 5 y 8, futuro), abarcando mucho para la ciudad en varios aspectos.



Ilustración 36 Plan de adecuación hidráulica y restauración ambiental del río Zadorra

Fuente: Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2020 ⁸².

⁸² Disponible en: <https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/es/14/29/61429.pdf>

Él mismo tiene el fin de recuperar ambientalmente el entorno del río, incorporarlo a la red de parques del anillo verde de la ciudad y evitar las recurrentes inundaciones de su entorno. El plan está ejecutando por fases, con una longitud total de 13 kilómetros y una superficie de 251 hectáreas, e incluye limpiezas y mejoras de puentes, la creación de cauces alternativos de avenidas, la restauración ambiental de riberas, la creación de paseos peatonales y ciclistas y la recuperación de un meandro, hoy cortado, según Marañón (2019).

Las obras comenzaron en diciembre de 2003. En una primera fase se ha planteado la construcción de un doble cauce para que una vez que las aguas superen un determinado umbral, se desvíen a ese nuevo cauce, evitando el desbordamiento del cauce natural, y la anegación de las zonas inundables, que se encontraban ocupadas por zonas industriales y equipamientos deportivos (Matauco, 2006).

De acuerdo con Orive (2006), los objetivos principales de la intervención son mejorar la oferta de espacios naturales de calidad para el uso público y toda una serie de posibilidades de educación, estudio, investigación y el más importante, garantizar a través de la planificación física una distribución de usos sobre el territorio que permitiera frenar el deterioro ambiental y la pérdida de biodiversidad. Las redes de conectividad ecológica (que nacían con el anillo verde) eran el alma de esta estrategia de planificación ecológica, donde se priorizó trabajar en dos frentes primordiales, las acciones de restauración y las tareas de planificación.

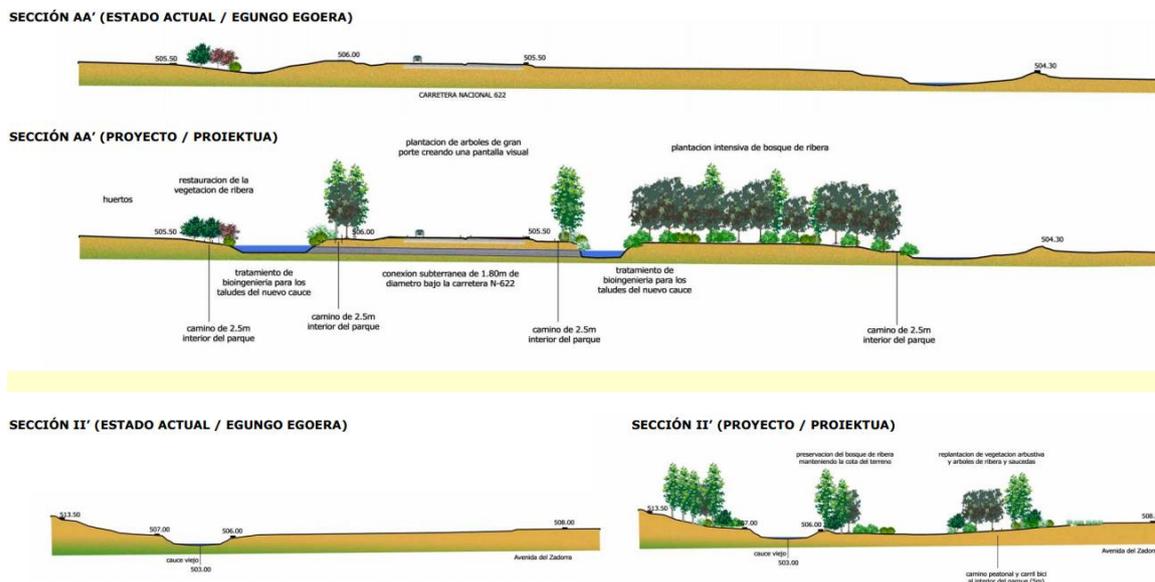


Ilustración 37 Plan de adecuación hidráulica y restauración ambiental del río Zadorra

Fuente: Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2020⁸³.

En 2005 finalizaron los trabajos en el tramo más oriental del río, entre el puente de Gamarra y el puente de la autovía A-1, que consistieron en el acondicionamiento de un cauce de derivación de avenidas, que ha permitido

⁸³ Disponible en: <https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/es/14/29/61429.pdf>

aliviar el exceso de caudal en épocas de fuertes lluvias, el cual, está siendo muy utilizado por paseantes y ciclistas en época seca. No obstante, otra importante actuación hidráulica realizada para facilitar la circulación del agua ha sido la construcción en 2006 de un puente nuevo, en paralelo y a escasos metros del puente viejo de Abetxuko, y de mayores dimensiones que éste. Gracias a esta actuación se ha conseguido mejorar la capacidad hidráulica del río, evitando el obstáculo que suponía el puente viejo (que se ha mantenido por su valor patrimonial). Ya Para fases posteriores, se contempla continuar con la adecuación de las secciones del cauce del río Zadorra para dotarlo de capacidad suficiente para recoger los caudales ordinarios y de avenida del Zadorra y el agua proveniente de los ríos derivados. El resultado final será un gran parque fluvial que albergará uno de los paseos más largos del Anillo Verde, de un extremo a otro de la ciudad por el norte, favoreciendo la integración del río en la vida de la ciudad. (Marañón, 2019).

La tercera zona de intervención, se llevó a cabo en 2004, con un proyecto para derivar las aguas limpias del río Olarizu, a través de un colector subterráneo, hacia el río Errekaleor (3), evitando su entrada en la ciudad, y desde este cauce natural hasta el río Zadorra.

En la entrada al colector y aprovechando la existencia de una antigua balsa para el abastecimiento de agua a una industria próxima, se construyó, según Marañón (2019), un dique de tierra provisto de aliviadero, para laminar los caudales de avenida y reducir los caudales máximos, reduciendo también el riesgo de inundaciones en el casco urbano.

La balsa de avenidas se integra perfectamente en el paisaje del parque de Olarizu, situado al Sur de la ciudad, el cual tiene una larga tradición como espacio recreativo en el ámbito municipal, además la cantidad de itinerarios periurbanos, rurales y montañosos que atraviesan la zona y la convierten en un área muy adecuada para el uso recreativo (PGOU, 2003).

Los proyectos 4, 6 y 8 de la primera ilustración de ese apartado que enseña las Zonas de Intervenciones, forman parte de una acción integral que abarca el sistema hidrológico desde el tramo medio de los ríos Batán y Zapardiel hasta confluencia con el río Zadorra. Ya se han adoptados algunas medidas (4); otras se adoptarán en el futuro (6 y 8), pero, en general, la búsqueda de soluciones se ha enfocado desde una visión integral del sistema fluvial con actuaciones diversas para la adaptación de la fisonomía y los múltiples procesos y usos en cada punto.

En el encuentro con la ciudad, las obras proyectadas (6 y 8) incluyen actuaciones como la creación de balsas de laminación de avenidas, aprovechando unas graveras abandonadas situadas antes de llegar a la ciudad, a fin de reducir el caudal del río Batán y evitar las inundaciones en Vitoria, así como la derivación de parte del caudal desde las balsas hacia los nuevos cauces seminaturales, como el Perretxin, Ali y Eskibel, que discurren por los barrios del oeste de la ciudad y también el acondicionamiento del entorno degradado de las

graveras, como nuevo parque periurbano del Anillo Verde. Ya en la ciudad, desde el lugar de embocinamiento del cauce a lo largo de su recorrido se han llevado a cabo intervenciones como desdoblamiento de la red de saneamiento y creación de una doble red separativa, evitando mezclar las aguas fecales con las aguas de lluvia y escorrentía; recreación de un cauce natural y una ribera en una parte del recorrido; instalación de sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) que permiten recoger las aguas pluviales para su posterior reutilización (Marañón, 2019).

Un aspecto clave para la consolidación de los proyectos fueron la Análisis funcional en relación con la regulación hidrológica, jugando un papel fundamental en la prevención de inundaciones, además de la imagen exterior, premiada en numerosas ocasiones como buena práctica de ciudad y la función social, de acuerdo con Orive (2006). Incluso con un plan general de ordenación urbana que asuma los planteamientos ecológicos ya comentados, hay que entender que los procesos de urbanización, en este caso, de más de ocho millones de metros cuadrados, son en sí mismo muy traumáticos en términos de impacto ecológico. Un ejemplo es el corredor del río Errekaleor que conecta los Parques de Salburúa y Olárizu y es atravesado en once ocasiones en apenas 1,5 kilómetros, con el gris de las infraestructuras pesando más en el diseño que el verde de los corredores ecológicos.



Ilustración 38 Espacio natural atravesado por infraestructuras

Fuente: Orive, 2006.

El conjunto de intervenciones llevadas a cabo en el ámbito urbano está íntimamente asociadas a uno de los principales proyectos de Infraestructura Verde Urbana de Vitoria-Gasteiz, la reforma urbana de la Avenida Gasteiz (4), que persigue la mejora integral de toda esta arteria vial con el fin de un corredor urbano energéticamente eficiente y con mayor presencia vegetal. Incluye, además de las actuaciones hidráulicas señaladas, la peatonalización,

habilitación de carriles bici, plantación de arbolado asociado al nuevo cauce, etc. De hecho, actualmente por la Avenida Gasteiz discurre un cauce artificial que recoge el agua limpia del río Batán, recreando el cauce natural del río, constituyendo un nuevo espacio para el ocio y mejora la calidad del espacio. En definitiva, se trata de un proyecto de Infraestructura Verde, compuesto por un conjunto de actuaciones hidráulicas para prevención de inundaciones y de mejora en el sistema de los ríos.



Ilustración 39 Sección de la reforma urbana de la Avenida Gasteiz

Fuente: Modificado de Marañón, 2019.

De acuerdo con Orive (2006), los estudios hidráulicos y de restauración ecológica llevan a soluciones funcionales mucho más verdes cuando diseñamos apoyándonos en cauces de avenidas alternativos o pequeñas obras de mejora de la capacidad hidráulica en puntos conflictivos específicos.

Las estrategias más importantes frente a los problemas hídricos en la ciudad, para Marañón (2019), están dirigidas principalmente a prevención del riesgo de inundaciones y optimización del funcionamiento de la red de saneamiento y de la estación depuradora, limitando los vertidos de agua contaminada al río Zadorra, es restituir la dinámica natural del sistema hidrológico, aumentando también las reservas de agua del subsuelo.

No obstante, actualmente vale destacar el potencial de la zona de Salburua como espacio recreativo y su cercanía a la ciudad, con una larga tradición de uso e incremento de la demanda de áreas de ocio y esparcimiento al aire libre por parte de los ciudadanos, de acuerdo con el PGOU (2003). Además, hoy en día se considera un espacio de enorme valor ecológico y social (Humedales RAMSAR de Importancia Internacional y Zona de Especial Conservación (ZEC) de la Red Natura 2000).

Con todo, es super valorable lo que la ciudad ha conseguido en los últimos años, tanto a respecto de la estrategia de conservación del territorio y del paisaje agroforestal que rodea la ciudad, como a respecto de las medidas de infraestructura azul. De hecho, es relevante señalar la importancia que presenta

el respeto a la dinámica hidro geomorfológica natural del río, el Anillo Verde, que también ha jugado un papel importante frente todos los cambios hasta ahora.

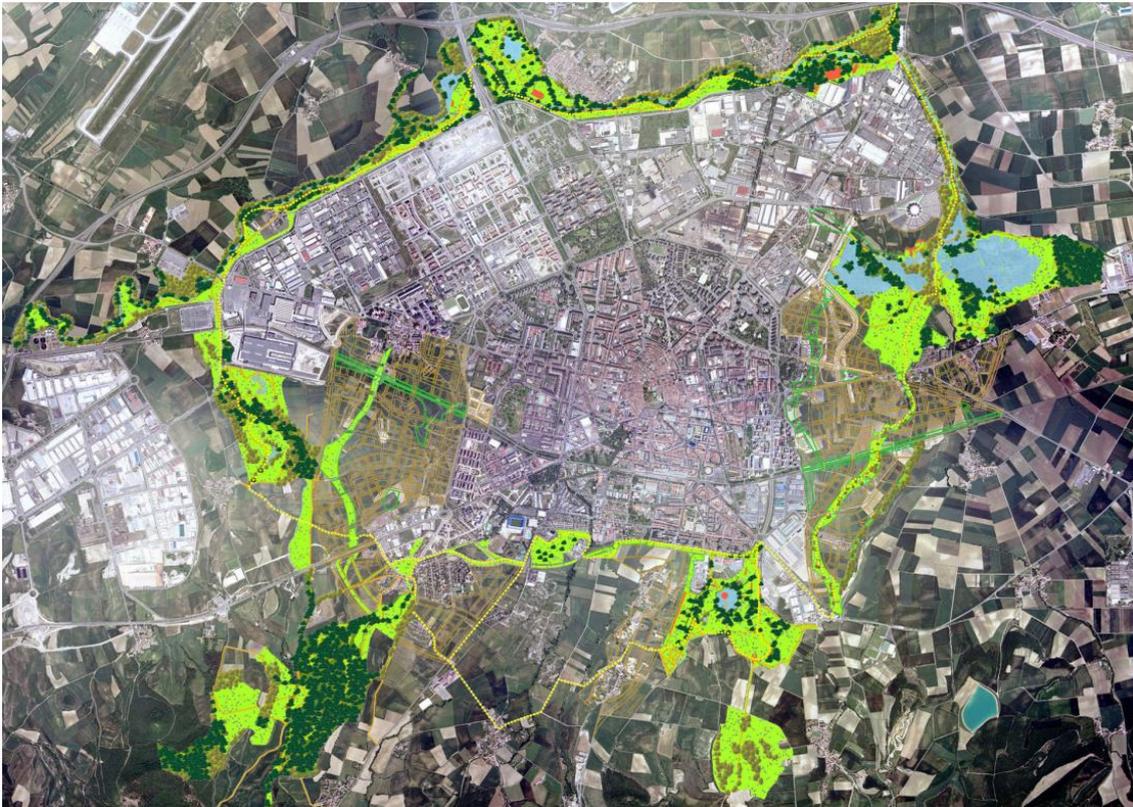


Ilustración 40 Anillo Verde y zonas de intervención

Fuente: Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2020 ⁸⁴.

Además, las zonas verdes del Anillo Verde, debido a su proximidad al ciudadano, su accesibilidad y capacidad de acogida, también constituyen importantes áreas de expansión y ocio para la población urbana, con una elevada potencialidad científica y educativa. Sin embargo, las frentes se multiplican siempre, no sólo en esos 35 Km de Anillo en contacto con la ciudad, sino también en los al redor de todo el paisaje.

Por eso, Matauco (2006) cree que es necesario incorporar siempre una adecuada ordenación de los espacios fluviales, planteando la liberación de las zonas inundables de asentamientos, especialmente en una ciudad como Vitoria-Gasteiz, con un entorno donde abundan los terrenos llanos y la medida más efectiva para reducir el riesgo de inundación es mantener el río como entorno natural, así como plantea la Directiva Marco de Aguas⁸⁵.

Para finalizar, convendría reforzar la idea de que Vitoria ha consolidado un modelo o visión integral a respecto a la ordenación de todo su territorio periurbano, el cual, poco a poco fue confluyendo la ordenación fluvial, la

⁸⁴ Disponible en: <https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/es/14/29/61429.pdf>

⁸⁵ Más información, disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/marco-del-agua/default.aspx>

ordenación de los espacios verdes y, finalmente (con alguna dificultad), la propia ordenación urbanística, como forma de gestionar diversas funciones: la hidrológica, la ecológica, el ocio y esparcimiento de los ciudadanos, etc. A ello han contribuido decisivamente dos elementos, la gran amplitud del término municipal, donde la mayor parte sigue manteniendo un carácter rural y, el papel decisivo del Centro de Estudios Ambientales, liderado por Luis Andrés Orive, que desde finales de los años ochenta ha impulsado el modo innovador de la ordenación del espacio periurbano que ha seguido siendo hasta la actualidad.

2.6.3. ZARAGOZA

RESUMEN CIUDAD:

Con un área de 973,78 km², Zaragoza es la capital de la región de Aragón, ubicada en una situación geográfica muy buena, en el noreste de España, a medio camino entre Madrid, Barcelona y Valencia, a unos 300 km de cada una de las tres.

La ciudad es tradicionalmente compacta, con un entorno metropolitano reducido y de fuerte peso industrial y agrícola en los alrededores. Durante los últimos años, varios de los factores tradicionales han cambiado, la propia ciudad se ha expandido enormemente, duplicando prácticamente su superficie urbanizada y valorando cada vez más los espacios verdes, principalmente gracias a un sinfín de proyectos de iniciativa pública y privada, con la Expo 2008⁸⁶ como gran catalizador e impulso para la ciudad, tema el cual abordaremos más adelante en el curso del análisis.

Zaragoza ha experimentado un notable crecimiento de su población a lo largo del siglo XX y actualmente cuenta con 674.997 habitantes (INE, 2019). La edad promedio de los que viven en Zaragoza es de 42 años, una población relativamente joven, considerando que un 57% de ellos tiene menos de 45 años y un 13% es menor de 15 años. Es también una población con un alto potencial productivo, pues dos de cada tres zaragozanos forman parte de la población activa, solo 18% son de mayores de 65 años y la misma proporción de menores de 19 años (ATLAS, 2009).

La ciudad ofrece a sus visitantes un rico patrimonio histórico-artístico, fruto de sus más de dos mil años de historia, sitios para ricas experiencias gastronómicas, una gran cantidad de tienda para compras y también espacios con estructura para la realización de exposiciones, eventos y expresiones populares tradicionales.

Considerada como una tierra de contrastes que vaya desde la estepa a los valles fluviales, de los bosques mediterráneos a los espacios agrícolas y a la naturaleza urbana, hay en la ciudad una gran diversidad de especies de flora y de fauna. El gran colector principal de la ciudad es el río Ebro, donde vienen los ríos aragoneses, procedentes de los dos sistemas orográficos de los Pirineos (Arba, Gállego y Cinca) y las Sierras del Sistema Ibérico (Queiles, Huecha, Jalón, Huerva, Aguas Vivas, Martín, Guadalope y Matarraña).

Los siguientes análisis serán pertinentes y relacionados con el tema específico de estudio (inundaciones), como el clima, la vegetación, el suelo y los ríos que atraviesan Zaragoza, así como, las principales causas de las inundaciones, terminando, con las principales soluciones adoptadas y

⁸⁶ La importancia del río Ebro fue el principal impulsor del proyecto, cuyo concepto se basó en nuevas formas de uso del agua, con el tema "Agua y Desarrollo Sostenible". Para más información, disponible en: <http://www.expozaragoza2008.es/2008/03/>

abordando también sobre el expo 2008 y sus cambios susceptibles que se han producido en la ciudad.

CLIMA:

La cuenca del Ebro es cerrada por una orla de sistemas montañosos y con una influencia de nubes y lluvias procedentes del Cantábrico y del Atlántico mientras se muestra abierta al aire cálido y húmedo procedente del Mediterráneo. Según la definición de Köppen, Zaragoza tiene un clima de estepa local y está clasificada como BSk. La temperatura es en promedio 14.7 °C, donde son más altas en promedio en julio, alrededor de 24.0 °C y más bajas en enero, con la temperatura promedio de 6.1 °C⁸⁷.

El viento en la ciudad es característico de la especial orientación geográfica del valle del Ebro, que hace con su predominancia se presenten según dos direcciones privilegiadas, los vientos del NW (de origen atlántico) bajan fríos y secos y los vientos del SE (de origen mediterráneo) suben cálidos y húmedos. Por ello, la rosa climática de vientos en Zaragoza aparece notablemente deformada en dirección NNW-SSE (PGOUZ, 1999).

Hay alrededor de 357 mm de precipitaciones a lo largo del año, lloviendo poco, donde la menor cantidad de lluvia ocurre en julio con promedio de 17 mm y la mayor precipitación cae en mayo, con un promedio de 47 mm⁸⁸. Las tormentas estivales son muy destacadas en toda la región aragonesa, siendo de 15 a 20 días en la cuenca media del Ebro, y vienen asociados a vientos del SE y origen mediterráneo, que suben aguas arribas del río Ebro.

En Zaragoza, se da el caso curioso de que tormentas generadas en zonas de la Muela vienen por la cuenca del Huerva, cruzan la ciudad y siguen hacia los somontanos del prepirineo por la Cuenca del Gállego. En general las lluvias fuertes vienen asociadas a las cascadas de aire frío de altos niveles de la atmósfera y son muy temidas por los agricultores del valle del Ebro.

En la zona de Zaragoza, Las nieblas de irradiación aparecen muy reforzadas también, especialmente en el trimestre Noviembre-diciembre-enero, principalmente por la humedad de los tres ríos, Huerva, Ebro y Gállego, del Canal Imperial de Aragón, de las huertas y regadíos, y por los humos procedentes de fábricas e industrias (PGOUZ, 1999).

⁸⁷ Disponible en: [https://es.climate-data.org/europe/espana/aragon/zaragoza-3316/#:~:text=Zaragoza%20Clima%20\(Espa%C3%B1a\)&text=A%20lo%20largo%20del%20a%C3%B1o,de%20precipitaciones%20de%20357%20mm](https://es.climate-data.org/europe/espana/aragon/zaragoza-3316/#:~:text=Zaragoza%20Clima%20(Espa%C3%B1a)&text=A%20lo%20largo%20del%20a%C3%B1o,de%20precipitaciones%20de%20357%20mm).

⁸⁸ Disponible en: [https://es.climate-data.org/europe/espana/aragon/zaragoza-3316/#:~:text=Zaragoza%20Clima%20\(Espa%C3%B1a\)&text=A%20lo%20largo%20del%20a%C3%B1o,de%20precipitaciones%20de%20357%20mm](https://es.climate-data.org/europe/espana/aragon/zaragoza-3316/#:~:text=Zaragoza%20Clima%20(Espa%C3%B1a)&text=A%20lo%20largo%20del%20a%C3%B1o,de%20precipitaciones%20de%20357%20mm).

VEGETACIÓN:

En los alrededores de Zaragoza hay fuerte presencia de una vegetación corno erial o estepa, en las desarboladas soledades del secano, terriblemente erosionado, dominada una vegetación rala, de matorrales pequeños, leñosos, marcadamente xerofíticos. El contraste es grande entre este paisaje y la ribera. Sin embargo, antes de que se iniciara la ocupación del suelo extensivamente, la comarca estuvo cubierta de una masa forestal. Diversos documentos prueban que en el siglo XIII existían bosques de alguna extensión, mismo que ya estuviesen degradados por la utilización humana. Una vez iniciada la deforestación, en sucesivas fases regresivas, paralelas a la degradación del suelo, se alcanza el subclímax estépico denominado bosques relictos, protegidos por la dificultad de acceso, el cual, podemos diferenciar dos áreas de dominio vegetal no ribereño, la estepa y el bosque residual (PGOUZ, 1999).

Además, las formaciones arbóreas tienen que contar, por lo tanto, con especies sobrias y resistentes, que soporten la aridez o llanuras, los cambios térmicos bruscos y los suelos calcáreos y salinos. No obstante, eso no fue un problema para el desarrollo verde en la ciudad, pues desde hace unos años, Zaragoza ha estado invirtiendo de una manera mensurable en infraestructura verde, convirtiéndose en un modelo de referencia de ciudad española en esta cuestión.

Es notorio mencionar los Galacho de Juslibol y de la Alfranca de Pastriz, la Cartuja y El Burgo que están reconocidos como espacios naturales protegidos y forman parte estructurante de la Infraestructura Verde de la ciudad, el cual integra una red interconectada, con espacios urbanos y rurales de vegetación natural, agrícola o ajardinada, pública o privada, que ofrecen servicios de carácter ecológico, ambiental, social o incluso económico, contribuyendo a mejorar la salud y la calidad de vida de las personas. Además, el ayuntamiento de Zaragoza⁸⁹ ha clasificado la Infraestructura Verde en tres ámbitos, Matriz Azul⁹⁰, Matriz Verde⁹¹ y Ciudad y zonas verdes urbanas⁹².

⁸⁹ Disponible en: <https://www.zaragoza.es/sede/portal/medioambiente/planinfraverde/#:~:text=La%20Infraestructura%20Verde%20de%20Zaragoza%20integra%2C%20en%20una%20red%20interconectada,calidad%20de%20vida%20de%20las>

⁹⁰ Ríos (Ebro, Gállego, Huerva); Humedales del aluvial del Ebro, balsas y lagunas, Sistemas de regadío(Canal Imperial de Aragón, red de acequias de Urdán, Camarera, Rabal y Almozara, riegos del Huerva...); Red de drenaje (Barrancos, escorrederos...).

⁹¹ Montes del Ayuntamiento de Zaragoza (Monte Vedado y Realengo de Peñaflo, Monte Sarda Soltera, Montes de Torrero, Montes Vales de Cadrete, Monte Acampo Hospital, La Plana y Monte Litigio); Masas forestales, naturales y de repoblación; Estepa Ocupa cerca de 2/3 partes del municipio.

⁹² Parques urbanos y de barrio rurales (Parque José Antonio Labordeta, Parque del Agua, Delicias...); Plazas y jardines; Alineaciones arboladas (bulevares, paseos, arbolados de calle). Descampados y solares vacíos; Espacios de transición.

Los paisajes naturales, caracterizados principalmente por los sotos y las lagunas, poseen un grado de inundabilidad muy alto según Corellano (2018). Las avenidas ordinarias ocupan la totalidad del espacio, prácticamente todos los años y vale decir que eso es un ventaja para la ciudad, pues, además, la formación vegetal, los sotos del Ebro, así como el resto de los bosques fluviales del entorno peninsular, en general, han experimentado un crecimiento espectacular debido, entre otros factores, a la riqueza en nutrientes del agua y a la regulación de las avenidas del río.

Hasta la fecha del presente trabajo, Zaragoza cuenta con casi 50 millones de m² de espacios verdes municipales, (69,07 m² por habitante); 90 parques urbanos; más de 166.000 árboles, de los que 120.000 están en el viario urbano y el resto en parques; 181 fuentes ornamentales; 639 fuentes para beber, 383 áreas de juegos infantiles, con un patrimonio verde valorado cada vez más⁹³.

SUELO Y TOPOGRAFÍA:

La geomorfología de la región de Zaragoza está especialmente influenciada por la erosión laminar, la acción fluvial y los procesos de disolución. Estos procesos son todavía activos en rocas blandas, en las que los escarpes actuales están bien desarrollados. Ya la topografía, en general es plana o ligeramente ondulada con una débil inclinación hacia el río Ebro, como si puede notar en la ilustración adelante, según el PGOUZ (1999).

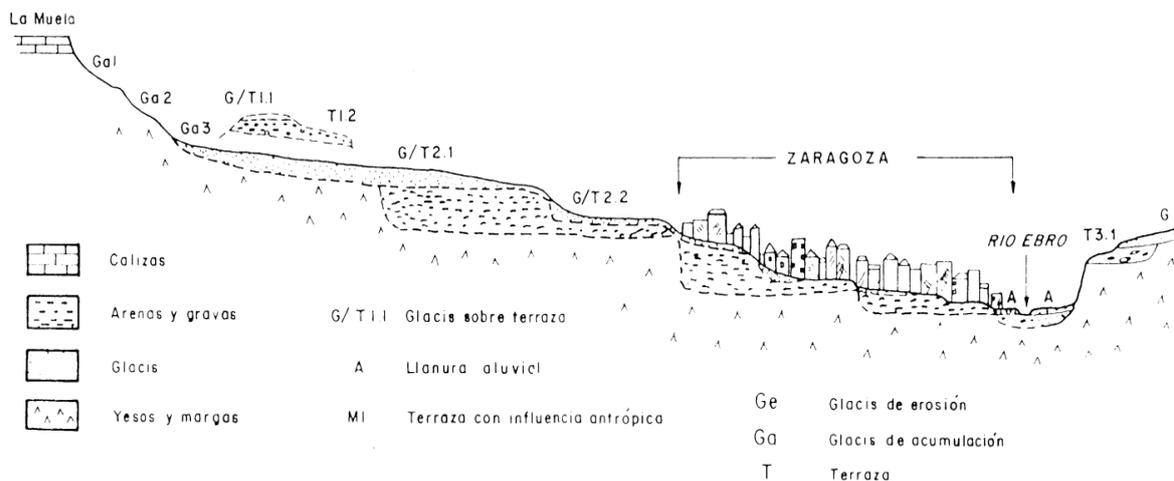


Ilustración 41 Perfil geomorfológico característico del valle del Ebro

Fuente: Plan General de Ordenación Urbana de Zaragoza, 1999⁹⁴.

El relieve de Aragón, es muy variado⁹⁵ y un carácter disimétrico en el marco hidro geomorfológico, pues tiene altas montañas al Norte (Los Pirineos),

⁹³ Disponible en: http://www.zaragoza.es/ciudad/noticias/detalle_Noticia?id=230452

⁹⁴ Para más información sobre el terreno, disponible en: <https://www.zaragoza.es/ciudad/urbanismo/planeamiento/pgouz/terreno.ht>

⁹⁵ Para más información sobre la diversidad del territorio Aragonés, disponible en: <http://age.ieg.csic.es/fisica/docs/005.pdf>

al Este (las cordilleras catalanas), al sur y al Oeste (las montañas del Sistema Ibérico). Las formas de relieve existentes de distinta litología en Zaragoza han desarrollado diferentes tipos de suelos, condicionados a su vez por el clima, vegetación y fauna existentes. El denominador común de estos suelos es su escaso grado de evolución y su relativa pobreza, aunque el grado de fertilidad puede ser variable. Esquemáticamente pueden señalarse cuatro grupos de suelos presentes en Zaragoza, que son: los aluviales o de ribera, los pardo-calizos, los serosem sobre margas y las xerorendsinas yesosas (tipo Peralta) según Frutos (1984).

Entre estos, vale destacar que los aluviales o de ribera están sobre las terrazas más bajas de los ríos; que la formación sobre calizas, especialmente cuando el desarrollo edáfico es escaso, donde presentase con frecuencia un carácter intermedio entre los pardo-calizos y las rendsinas, son bastante húmicos y carbonatados y si la topografía es llana son aceptables para cereal o cultivos arbustivos y arbóreos; y que los serosem sobre margas se instalan en las depresiones limo-margosas y el fondo de las vales⁹⁶.

En las tierras arcillosas del valle del Ebro se acumula temporalmente el agua (hasta que se evapora) formando estancas, balsas y lagunazos. En los suelos de tipo kárstico, sobre yesos y calizas pueden aparecer lagunas que sufren ciclos muy acusados de evaporación en el verano, quedando sus márgenes cubiertas de una blanca capa de sal (PGOUZ, 1999).

Las áreas inundables, desde el punto de vista geomorfológico, vienen definidas por aquellos territorios llanos situados en ambas márgenes del río y formados principalmente por material sedimentado no consolidado que ha sido transportado por el cauce. Este transporte se producirá por una migración del canal, por una disminución del bankfull⁹⁷ debido a la incisión del cauce o, simplemente, por un incremento de los caudales.⁹⁸

Las llanadas aluviales de los ríos, en su parte baja, han dado base a zonas de huertas con ricos regadíos. Una cuestión que pocas personas valoran es que hay una ventaja en las inundaciones del río para el suelo de la ciudad, pues sin tales crecidas no habría huertas tan fértiles en los alrededores, es decir, las inundaciones aportan agua, sedimentos y nutrientes, elementos los cuales suministran riqueza y fertilidad al suelo, y, por consiguiente, a las huertas. Como complemento, vale destacar que los crecimientos también favorecen al propio

⁹⁶ Para más información sobre los tipos de suelos, disponible en: <https://www.zaragoza.es/contenidos/urbanismo/pgouz/memoria/memoinfo/territo/medio/6suelo.pdf>

⁹⁷ Característica física, de un cauce abierto que, en función de la superficie de la sección transversal y su rugosidad, multiplicado por la raíz cuadrada de la pendiente, da el caudal correspondiente del cauce o canal

⁹⁸ Disponible en: <https://www.zaragoza.es/sede/portal/medioambiente/infraestructura-verde/fluviales-humedales/huerva>

río, diluyendo la contaminación, distribuyendo alimentos para animales y plantas, creando y renovando ecosistemas como islas, bosques y acuíferos⁹⁹. Además, la necesidad de hacer convivir las funciones urbanas con las funciones ecológicas del río, y, todavía con la explotación agrícola de los suelos, es el elemento más interesante del análisis del caso de Zaragoza.

FLUVIALES Y TIPOS DE INUNDACIONES QUE HAN SUFRIDO:

El Ebro es uno de los ríos más grandes de España y de la Península Ibérica. Con una extensión de cuenca de 85.534.2 km² en territorio español, que comparten nueve comunidades autónomas, entre ellas, Aragón. La demarcación hidrográfica del Ebro comprende en el territorio español de la cuenca hidrográfica del río Ebro y sus aguas de transición, de la cuenca hidrográfica del río Garona y de las demás cuencas hidrográficas que vierten al océano Atlántico a través de la frontera con Francia (excepto las de los ríos Nive y Nivelles), además la cuenca endorreica de la Laguna de Gallocanta. En Zaragoza, él drena aguas arriba de una cuenca superior a los 40.000Km² y sus caudales fluctúan desde menos de 30 m³/s en estiaje y los 2.000m³/s de las avenidas ordinarias, hasta superar con creces los 3.000m³/s en las avenidas extraordinarias (CHE, 2013)

Hay también después del Ebro, algunos ríos de mayor importancia que vale la pena destacar, el Río Gállego, uno de los principales afluentes del río Ebro, que converge en la orilla izquierda, drenando una cuenca de 4008,8 km² con una longitud de 193,2 km; El Río Huerva, que tiene una cuenca total de 1.020 km² con una aportación natural de 46,64 Hm³/año; y el Río Jalón con 224 km de longitud y drena una amplia cuenca de 9338 km²; además de las terrazas fluviales de la margen derecha del Ebro que albergan una serie de balsas o humedales de gran importancia ecológica.

También vale la pena señalar el canal imperial de Aragón, un importante canal de riego y de navegación de 110 km construido de 1776 a 1790 entre Fontellas (Navarra) y Fuentes de Ebro (Aragón). Su construcción tenía por objeto mejorar el regadío de la antigua Acequia Imperial de Aragón, llevando el agua del río Ebro hasta Zaragoza¹⁰⁰ y permitiendo extender el regadío en la región¹⁰¹.

Según Cal Nicolás (2019), la superficie agrícola activa ha retrocedido, cediendo espacio a las superficies urbanas residenciales, industriales, etc, donde muchos cauces de riego han sido eliminados, otros aún perviven en el

⁹⁹ Disponible en: https://www.zaragoza.es/cont/vistas/portal/medioambiente/Infraestructura-verde/img/mesas-informativas/08_las_crecidas_un_proceso_natural_reducido.jpg

¹⁰⁰ Para más información sobre el canal imperial de Aragón: <https://identidadaragonesa.wordpress.com/2012/06/20/joyas-de-nuestro-patrimonio-el-canal-imperial-i-la-acequia-del-siglo-xvi/>

¹⁰¹ Para más información sobre el sistema de riego: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/36272>

interior de la ciudad, como cauces pasantes, ya sean éstos abiertos o cubiertos. Además, actualmente el riego del canal es gestionado por el CHE y se divide en tres zonas compuestas por las comunidades de la zona alta , zona media y zona baja¹⁰².

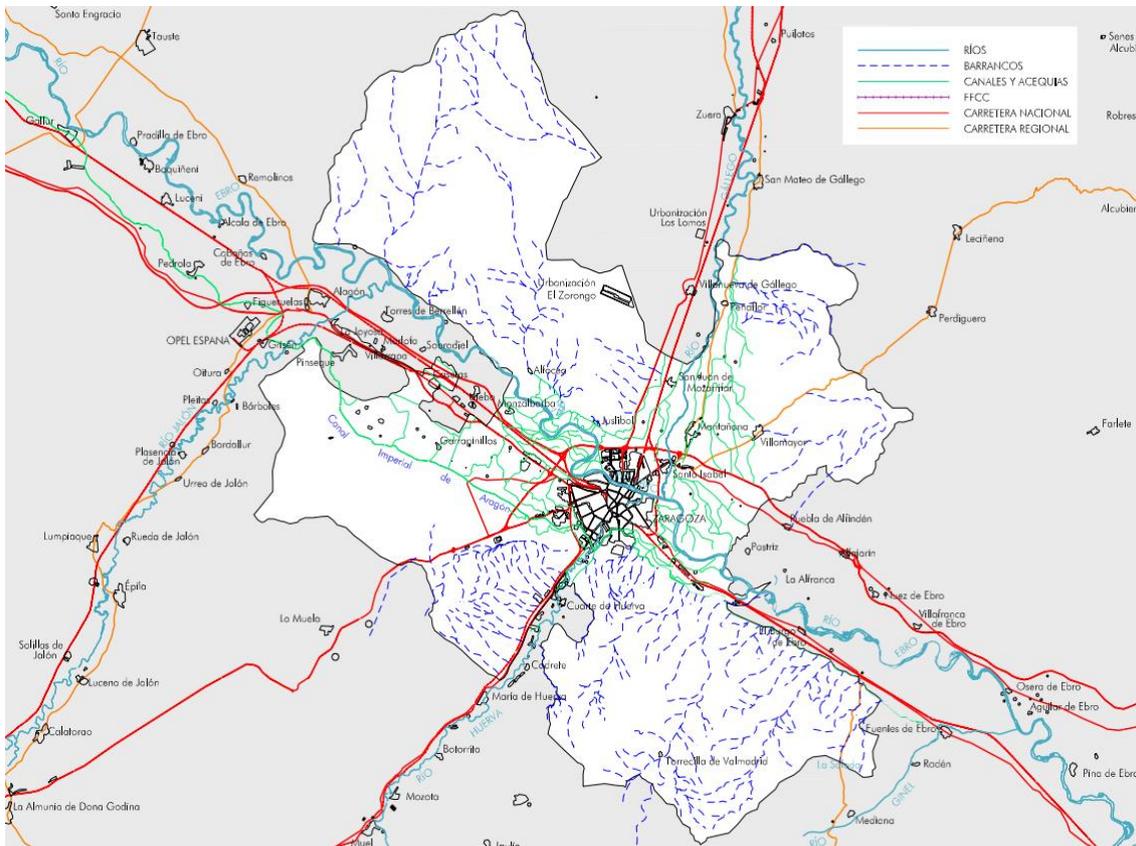


Ilustración 42 Infraestructura azul de Zaragoza.

Fuente: PGOUZ, 1999.

La interacción de los ríos con el acuífero aluvial en su confluencia en el casco urbano de la ciudad crea un contexto hidrogeológico complejo. En general, el río Ebro y Gállego actúan como ejes de drenaje natural del aluvial que eventualmente, durante las crecidas, se producen fenómenos de almacenamiento en ribera importantes. Mediante la elaboración de un modelo numérico se ha simulado la respuesta hidráulica del acuífero aluvial urbano de Zaragoza a las crecidas del río Ebro.

Los resultados del modelo han permitido evaluar la vulnerabilidad de las estructuras subterráneas a las variaciones de nivel freático inducidas por dichas crecidas. De los resultados obtenidos se destaca que un total de 162 edificios son susceptibles de interactuar con el agua subterránea directamente y 325 podrían estar sometidos indirectamente a fenómenos de capilaridad. Por último, en el escenario más desfavorable las estructuras pueden llegar a ser sometidas a presiones hidrostáticas de hasta 0,7 kg·cm⁻² dependiendo de la profundidad de la cimentación y la crecida considerada (GIL et al. 2015).

¹⁰² Garrapinillos, Miralbueno, Miraflores y El Burgo de Ebro.

Una inundación externa o fluvial, según Patricova (2019), es la situación que se produce en el territorio cuando una corriente de agua sale de su cauce habitual. Las redes de infraestructuras urbanas y metropolitanas de Zaragoza imponen servidumbres al territorio e interfirieron en el sistema de flujos naturales, de acuerdo con Corellano (2018), añadiendo complejidad al sistema de relaciones entre el curso fluvial y sus áreas inundables, resultando en zonas sometida a severas amenazas de inundación.

Un factor interesante es la amplia extensión de las zonas inundadas con independencia del periodo de retorno considerado, que es debido a las terrazas bajas del cauce, donde existen pequeñas variaciones topográficas y donde los límites vienen impuestos por el afloramiento del escarpe del Ebro en la parte septentrional, con presencia de cambios topográficos asociados a los cambios de terraza en la parte meridional y la presencia de infraestructuras (Anchuela, et al. 2016).

La Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) permite consultar todas esas áreas de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIs) abriendo las fichas de cada uno de los tramos conflictivos en toda la cuenca del Ebro.¹⁰³ En Aragón hay al menos 103 zonas con un riesgo significativo de inundación que se extienden por 154 municipios distintos y que en total suman más de 540 kilómetros de cauces de ríos, arroyos, ramblas y barrancos. Entre 1930 y 2018 se han registrado 38 avenidas extraordinarias en el eje del Ebro. De ellas, 6 entre 2000 y 2018.

Las infraestructuras y mejoras en la gestión permiten controlar los efectos de las crecidas ordinarias, pero no pueden impedir, aunque sí atenuar, el peligro de inundación durante las avenidas extraordinarias con período de retorno de 10 años. En avenidas superiores con períodos de retorno de 50 y 100 años (ZFP) los daños pueden ser muy cuantiosos, afectando incluso a las localidades ribereñas y a la ciudad de Zaragoza.

¹⁰³ Se puede ver un mapa de cada una de las zonas afectadas y los datos básicos que han llevado a incluirla en el listado de áreas más vulnerables a las inundaciones Disponible en: <http://chebro.es/contenido.visualizar.do?idContenido=56527&idMenu=5740>

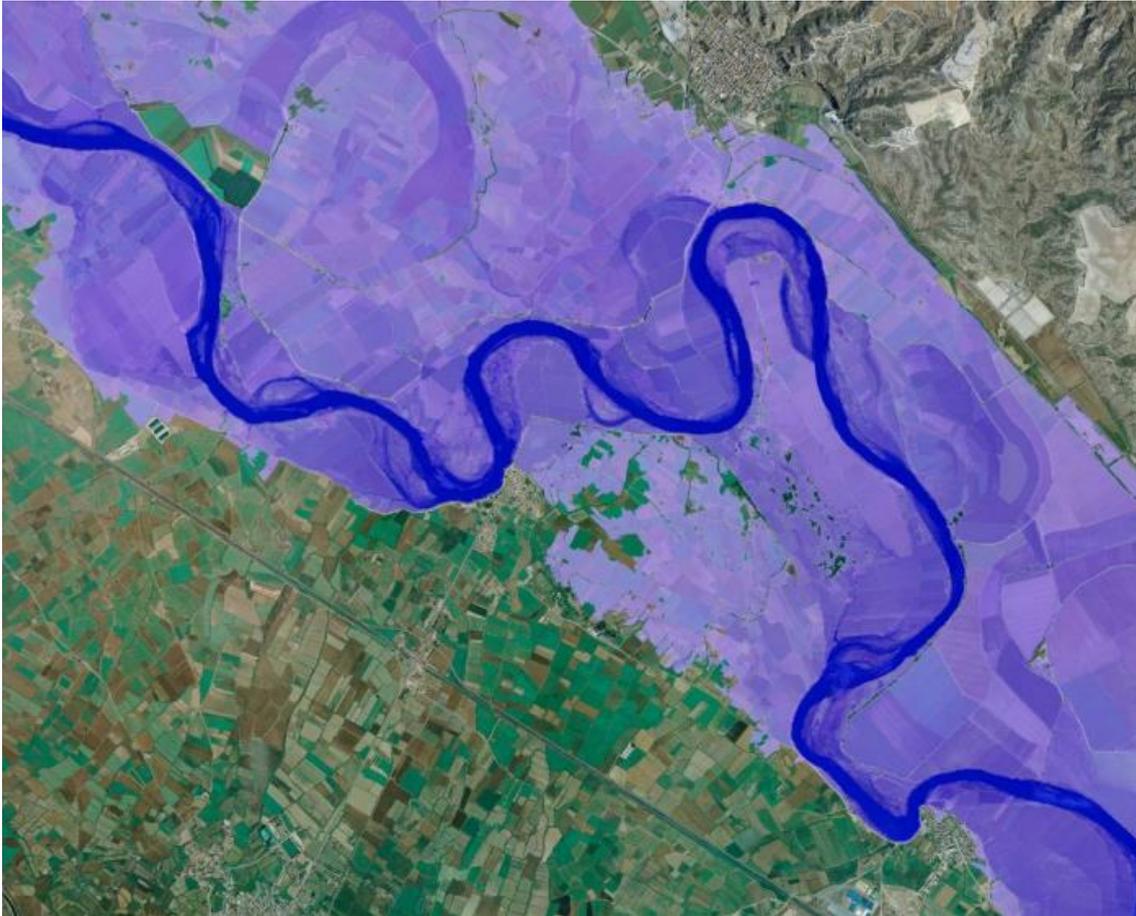


Ilustración 43 Distribución de calados para una avenida de 500 años de periodo de retorno en el tramo medio del Ebro

Fuente: CHE, 2013.

Aparte de eso, todavía hay acciones humanas que contribuyen negativamente al escenario actual, como la construcción de barrios como el Actur o Vadorrey en la llanura de inundación, incrementando el riesgo hidráulico y las extracciones de áridos y la destrucción de hábitats naturales que contribuyeron en gran medida al empobrecimiento del río como corredor biológico, además de cambiar drásticamente las condiciones hidrodinámicas y paisajísticas de la ciudad, según Riva, Ibarra, Montorio y Rodrigues (2015).

Con todo, los riesgos actuales de inundación se encuentran disminuidos, en gran parte, por los efectos de regulación que suponen los embalses de cabecera, y curso medio en los ríos Ebro, Gállego y, en menor medida, del Huerva. No obstante, las cuencas en conjunto no están totalmente reguladas mismo después de la realización de los embalses, pues la regulación del Ebro es suficiente para avenidas ordinarias, sin embargo, para las avenidas extraordinarias, sigue existiendo el riesgo de inundación.

Por lo tanto, es conveniente considerar también otras medidas que no sean estructurales y el uso racional de la llanura de inundación en ese conjunto de medidas preventivas, las cuales serán explanadas más detalladas adelante.

PRINCIPALES SOLUCIONES ADOPTADAS:

Para diseñar una nueva área urbana, en primer lugar, se debe conocer la forma del territorio, el sistema natural de recogida de aguas pluviales y el sistema fluvial. Todo ello para intentar mantener en el nuevo espacio urbano la forma natural de recogida de aguas pluviales y controlar el aumento de escorrentía (Cal y Pellicer, 2002).

Para Anchuela et al. (2016), la única forma de superar el problema de inundaciones del Ebro en las localidades del entorno y proximidades de los cauces, sigue pasando por una correcta definición del problema, de la incorporación de la previsión en la ordenación del territorio, de la evaluación de los riesgos asumidos y de la interpretación de los ríos como fenómeno vivo.

Debido a los cauces de la cuenca hidrográfica del Ebro, en su mayoría, tener un régimen mediterráneo, con fuertes estiajes e importantes avenidas, se han construido desde tiempos históricos diversas infraestructuras hidráulicas para intentar paliar los efectos de tales fenómenos, como presas, azudes, canales de derivación, etc., que han de ser tenidos en cuenta en la delimitación de las zonas con peligro de inundación por su efecto en la laminación de avenidas, de acuerdo con la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE).

A partir de los años 70, Zaragoza salta definitivamente al otro lado del Ebro, pasando éste de ser una barrera de la ciudad para un elemento central que atraviesa la ciudad, evidenciando el crecimiento urbano. Lo sorprendente, para Cal y Pellicer (2002), fue que todavía se piensa de forma casi exclusiva en el tramo más central de unos 4 km, contrastando con la nueva dimensión urbana y metropolitana del Ebro, porque parece obvio que el planeamiento urbanístico debería considerar, con estrategias diferenciadas pero coherentes, los 10 km de tramo urbano y periurbano, los 20 km del tramo incluido en el término municipal de Zaragoza y, de otro modo, los 50 km del ámbito metropolitano.

Sin embargo, en 1990 Zaragoza ha replanteado su relación con el río Ebro y junto con tales medidas estructurales, las conocidas infraestructura gris¹⁰⁴ (presas, canalizaciones, etc.), decidió invertir también en la infraestructura verde, es decir, medidas que no son estructurales, con soluciones basadas en la naturaleza¹⁰⁵. El corredor del Ebro ha dejado de ser el foso inaccesible, sucio e inseguro que dividía la ciudad para convertirse en su espina dorsal y el motor de nuevos desarrollos urbanísticos.

La Agencia de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Zaragoza, en colaboración con la Universidad de Zaragoza, los colegios profesionales y los agentes sociales, definió una estrategia que hay que subrayar la incorporación en el PGOU, que se apoya en esos estudios previos y que se ejecutó aprovechando la Expo 2008. Las Jornadas sobre Ríos y Ciudades (1996), el

¹⁰⁴ El termino en inglés es: from grey to green

¹⁰⁵ El termino en inglés es: Nature-Based Solutions.

Anteproyecto de Recuperación de las Riberas del Ebro (2001) y el Plan Especial del Galacho de Juslibol y su entorno (2004) reflejan el continuado interés por la conservación de los espacios fluviales. Los principales proyectos se abordaron aprovechando la oportunidad de la Expo Internacional 2008 que proporcionó recursos económicos inéditos, cohesión política y social, y una fecha de ejecución.

De acuerdo con Corellano y Porta (2019), la ciudad tenía en las orillas del Ebro la integración de grandes espacios urbanos de la margen izquierda y la revitalización del centro histórico de la ciudad, emplazado en la margen derecha. Por un lado, la consecuencia de la planificación sobre el que se incorporan las pretensiones de mejorar la ciudad y el territorio, y por otro, los aspectos económicos, sociales, ambientales y culturales que trascienden la celebración.

Con todo, aún de acuerdo con él, se propuso un proyecto equilibrado, configurando una nueva centralidad y fomentando la vitalidad ecológica, social y económica. La planificación de los espacios fluviales del Ebro trataba de favorecer la diversidad formal y funcional, la sostenibilidad en términos de consumo energético, la generación de oportunidades de intercambio y la calidad de los ecosistemas complejos y diversos. El tramo fluvial urbano se definió desde el principio como limpio, verde, continuo, accesible, diverso, abordable, flexible y atractivo.

Gracias a una estrategia pensada y a un esfuerzo extraordinario, las riberas son en la actualidad el mejor exponente de la calidad ambiental y del rico patrimonio cultural de Zaragoza. De Oeste a Este el corredor del Ebro conforma el paisaje más significativo de la ciudad, integrado por una secuencia de lugares diversos, con identidad propia e intensamente vividos (Riva, Ibarra, Montorio y Rodrigues, 2015).



Ilustración 44 Plan de Riberas del Ebro. Sistema de espacios (2001)

Fuente: Riva, Ibarra, Montorio y Rodrigues, 2015.

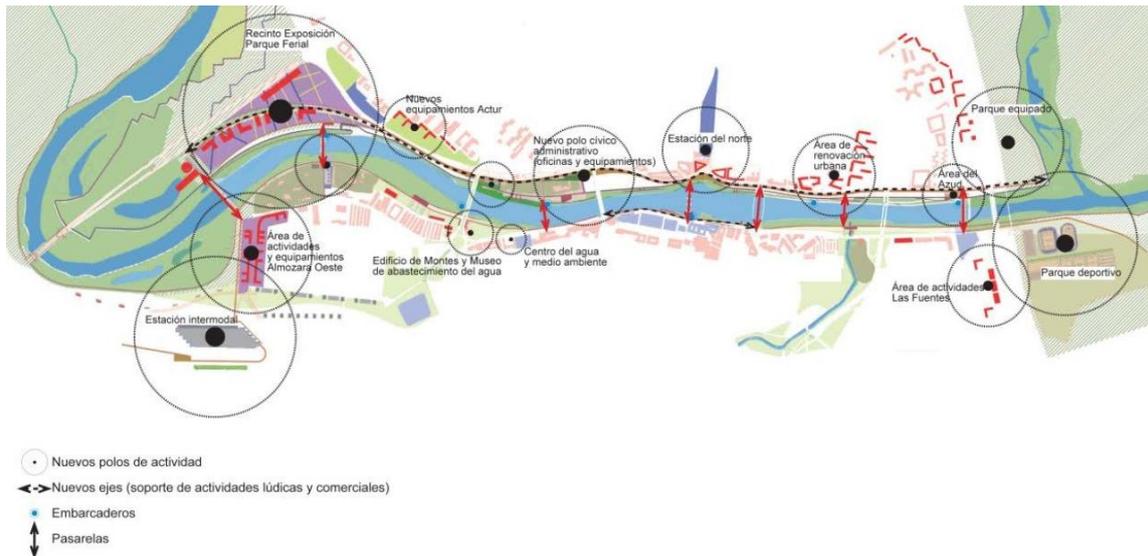


Ilustración 45 Plan de Riberas del Ebro. Propuesta de nodos de actividad (2001)

Fuente: Riva, Ibarra, Montorio y Rodrigues, 2015.

El Anteproyecto de Recuperación de las Riberas del Ebro fue el punto de partida del proyecto Expo 2008. El Ámbito de intervención del espacio recuperado abarca en totalidad el tramo urbano y los tramos de transición periurbana de Ranillas y Cantalobos situados respectivamente al Oeste y Este de Zaragoza y se extiende por ambas orillas desde el puente del Cuarto Cinturón en Ranillas hasta la desembocadura del río gallego en una longitud de 9 Km.

Las intervenciones fueron planificadas una parte por la sociedad estatal Expo agua S.A. que gestionaba el recinto de la Exposición Internacional de 25 hectáreas¹⁰⁶, y por otra, el Consorcio Expo Zaragoza 2008 coordinaba el Plan de Acompañamiento, es decir, los proyectos de infraestructuras y equipamientos necesarios para la ciudad, pero no estrictamente relacionados con la Expo, volviendo importante conciliar el evento con el logro de los objetivos de la ciudad a mediano y largo plazo. La inversión necesaria, próxima a los 1500 millones de euros, se imputó a cada uno de los ministerios u organismos con competencias (Ministerios de Fomento, Medio Ambiente y Cultura, Diputación General de Aragón y Ayuntamiento de Zaragoza).

Los objetivos básicos consistieron en devolver la naturalidad del paisaje aprovechando el sistema natural, con la conservación de los sotos y retirada de motas; manteniendo y potenciando el patrimonio cultural; procurando la diversidad en la forma y en el tratamiento de los distintos tramos en función de sus características naturales y culturales. Primaran también la calidad en el diseño y explotación de las infraestructuras (Pabellón Puente, Pasarela del Voluntariado), facilitando la accesibilidad al espacio y la continuidad longitudinal y transversal de los paseos con la integración de funciones múltiples para satisfacer las necesidades de los ciudadanos como la defensa hidráulica, deportes náuticos, kioscos, garantizando la rentabilidad en términos

¹⁰⁶ Urbanización, infraestructuras, pabellones, edificios emblemáticos y operaciones con gastos e inversiones por valor de 700 millones euros

ambientales, sociales y económicos. Según Riva, Ibarra, Montorio y Rodrigues (2015), la función de ese espacio no se limita a servir de infraestructura de paso sino para servir de punto de encuentro y de intercambio cultural en Zaragoza, y por eso, en los criterios de intervención, se evitaron las arquitecturas públicas e infraestructuras urbanas de autor, primando justamente la satisfacción funcional de las necesidades.

El éxito se ve reflejado en la vitalidad y en el grado de apropiación del espacio por parte de la población. La primera decisión estratégica, relacionada con la situación y relación con la ciudad, fue la elección del espacio para la Expo, junto al Ebro y próximo al centro histórico, concebido como el elemento tractor de un sistema de intervenciones ligadas a los cursos fluviales que abarcarían el conjunto de la ciudad, consiguiendo un equilibrio de centralidades de acuerdo con Corellano y Porta (2019).

El Parque del Agua, Luis Buñuel, fue diseñado como complemento al recinto de la Expo 2008, con 150 has, las paisajes naturales, rurales y urbanos se funden en el programa del mayor espacio público de la ciudad a una escala supramunicipal. El corazón del parque es un vasto espacio abierto sobre los restos del parcelario agrícola. Un paisaje natural integrado completamente en la ciudad donde constituyen un tránsito escalonado entre los espacios naturales y las áreas urbanizadas de uso residencial con sotos fluviales, bosque plateado en el área restaurada, parque botánico, canal de aguas bravas, playas fluviales, espacio termal, huertos urbanos, áreas deportivas, escuela y teatro infantil, quioscos, restaurantes y un frente de equipamientos urbanos en el encuentro con la ciudad consolidada (policía, oficinas, mercado).



Ilustración 46 El Parque del Agua
Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza, 2020¹⁰⁷.

¹⁰⁷ Disponible en: https://www.zaragoza.es/ciudad/noticias/detalle_Noticia?id=221925

De manera general, si puede sectorizar el parque fluvial lineal de la margen derecha, donde hay una continuidad y amplitud con intervenciones artísticas y el paseo entra en contacto con el río a través de un muro vertical histórico; y El paseo principal de la ribera izquierda, que era la más abandonada y con mayor potencialidad.

El retorno de actividades deportivas y recreativas vinculadas a los progresos ligados a la depuración de las aguas y la regeneración de los cauces, conservación de los espacios naturales existentes y creación de amplios espacios planificados naturalmente responden a las necesidades presentes y futuras de acuerdo con Corellano y Porta (2019).

Es digno de mención decir también que en ese parque si encuentra la masa vegetal del río Ebro, con una estructura hidráulica de una triple fuente, la acequia del Rabal, un bombeo directo del cauce del Ebro y los pozos excavados en el acuífero. El agua se depura mediante decantación en un canal, un acueducto y un filtro verde antes de ser usadas para actividades deportivas y aprovechada como recurso de riego y para el disfrute lúdico, según Riva, Ibarra, Montorio y Rodrigues (2015).

Hay que tener en cuenta que el Ebro drena, aguas arriba de Zaragoza, una cuenca superior a los 40.000Km² y sus caudales fluctúan desde menos de 30 m³/s en estiaje y los 2.000m³/s de las avenidas ordinarias, hasta superar con creces los 3.000m³/s en las avenidas extraordinarias, recalibrado el cauce y el retranqueo de motas donde se podía y el fortalecimiento de un sistema continuo de defensas hidráulicas (Cal y Pellicer, 2002).

Las obras de defensa frente a las inundaciones consisten en la ampliación de la sección hidráulica para que el río pudiera pasar en momentos de crecida, donde, al redor de 30 % del interior del meandro se devolvió al río y los diques de defensa están bajo los parques lineales que se desarrollan de forma continua a lo largo de ambas orillas, que, después de cada crecida, se retiran las basuras y materiales aportados por la corriente para mantener el lecho mayor preparado y limpio para nuevas avenidas (Corellano, 2018).

Estos elementos quedan integrados en parques lineales dotados con corredores longitudinales, equipamientos lúdicos y recreativos, intervenciones artísticas, recorridos peatonales y ciclables, y el desarrollo de la vegetación espontánea inspirada en la propia naturaleza.

La obra ha resultado ser una buena inversión con su objetivo razonablemente conseguido, comprobado en las avenidas de 2015 y 2018 que han puesto a prueba el sistema de manera positiva sin generar daños en el espacio urbano. Sin estas defensas construidas entre 2006 y 2008, 90.000 habitantes de la margen izquierda del Ebro hubieran sufrido una inundación con toda seguridad en 2015 (caudal superior a 2.600 m³/s) y en 2018 (Corellano y Porta, 2019), mismo que los estudios para el Plan de Gestión de Riesgos de Inundación (PGRI) del Ebro de 2016 ponen de manifiesto que las defensas

construidas en 2008 no serían suficientes para avenidas con período de retorno superior a 50 años.



Ilustración 47 Parque del Agua: modelo de compatibilidad de usos con la función hidráulica del río durante las avenidas

Fuente: Corellano, 2018.

Una de las intervenciones que más conflicto científico, social y político ha generado, ha sido la construcción del llamado Azud de Lorenzo Pardo, una represa de compuertas abatibles. Tiene una altura de 2,67 metros desde el cauce a la coronación de las compuertas y una cimentación desde la base de 7,17 metros, con una longitud de 207,80 metros y 7 compuertas abatibles con accionamiento oleo hidráulico y está sobrevolado por una pasarela que comunica los barrios de Las Fuentes y Vadorrey.

Las compuertas abatibles permiten una gestión adecuada de los caudales y no representan ningún obstáculo para el paso de agua de sedimentos en las crecidas. La cota de máximo nivel normal de la lámina de agua es de 189,67 metros, inferior a la prevista en el proyecto inicial, minimizando las afecciones ambientales (inundación de garajes), pero ha sido el principal impedimento para el desarrollo de la navegabilidad turística del Ebro, limitando la lámina navegable al tramo comprendido entre el azud y el puente de Piedra y las obras complementarias (rebaje de la solera del Puente de Piedra y los dragados) no han sido suficientes para alcanzar el objetivo de la navegación turística (Corellano y Porta, 2019).

Todavía, los proyectos realizados en la Expo 2008 en general ha funcionado muy bien comparado con otros de carácter similar (Sevilla 1992; Lisboa, 1998), aunque, se detecta cierta falta de impulso y mantenimiento ejercido por las administraciones públicas competentes y algunas entidades

privadas. De acuerdo con Riva, Ibarra, Montorio y Rodrigues (2015), la falta de uso posterior en ciertos puntos no es atribuible a una falta de previsión sino al incumplimiento reiterado de los compromisos adquiridos por las instituciones responsables.

Algunas obras también tuvieron una degradación posterior, la degrada avenida Ciudad de Soria, del embarcadero de Helios, de algunas intervenciones artísticas y pequeñas instalaciones vandalizadas en el corredor Oliver Valdefierroy del embarcadero del Canal Imperial de Aragón. Igualmente, no todas las obras y actuaciones previstas se llegaron a completar, como por ejemplo la zona urbana del río Huerva y las obras en las riberas del Canal Imperial y en el río Gállego.

Mientras tanto, los espacios naturales y las riberas restauradas presentan un excelente estado gracias al acertado diseño y ejecución de las obras que han incorporado la dinámica natural contando con las fuerzas propias del lugar y procurando una evolución natural sin apenas aportes económicos o funcionales.

La continuidad longitudinal de los caminos, puentes y pasarelas son uno de los puntos fuertes, pues los diversos espacios están relacionados entre sí por una trama de senderos que también juegan un importante papel como sistema de defensa frente a las inundaciones. El guion conceptual y la identidad del lugar vienen determinados por tal sistema de captación, distribución, usos y emisión del agua que son un ejemplo demostrativo de sostenibilidad y aprovechamiento de tal recurso implantando en la ciudad, tanto como una medida muy valorable frente al problema de las inundaciones, como también la creación de un espacio de uso para la población evidenciando la relación río-ciudad, con el acceso a la lámina de agua al gran público a través de gradas, escaleras, rampas, senderos y cualquier forma que permita el acercamiento al agua.

La singularidad y calidad de la edificación originalmente construida para la exposición, Torre del Agua, Pabellón Puente y el Pabellón de España se incorporan al itinerario turístico. Las características arquitectónicas, sumadas a su ubicación en una ribera naturalizada y junto al Parque del Agua, transmiten los valores de una ciudad que apuesta por el futuro. La puesta en marcha de los usos previstos en ellos potenciará su significado, más allá del simplemente representativo visual (Corellano y Porta, 2019).

Además, favorece también la percepción de una ribera como auténtica fachada de la ciudad, y no como trasera. Los nuevos cruces situados en el entorno del recinto del expo 2008, puente del Milenio (rodado y peatonal), Pabellón Puente y Pasarela del Voluntariado (peatonales), que conectan los barrios del Actur y de la Almozara, refuerzan esa una nueva centralidad que abarca las dos márgenes, al comunicar el nuevo centro empresarial y administrativo con la estación intermodal de Delicias y equipamientos culturales y tecnológicos.



Ilustración 48 Estado preoperacional del tramo del ACTUR X Tramo del ACTUR recuperado en 2008.

Fuente: Riva, Ibarra, Montorio Y Rodrigues, 2015.

Sin embargo, lo que se debe tener en cuenta principalmente es la transformación lograda, de un espacio vacío, sucio e inseguro de las riberas del Ebro en Zaragoza que fue convertido en un lugar de gran calidad ambiental, urbanística y paisajística, ocupado por personas de toda condición social, edad o nivel económico. El Parque del Agua recibe anualmente más de 1,5 millones de visitas, las riberas del Ebro han sido ocupadas por la población que disfruta de sus prestaciones, las infraestructuras viarias son ampliamente utilizadas, la Escuela de Artes está en uso, el Paraninfo ofrece la mejor imagen de la institución Universidad de Zaragoza y el Aeropuerto disfruta de una nueva terminal.

Por fin, la Exposición Internacional de 2008 resultó en una mejora importante a respecto del estado inicial previo al legado. Además, hay una tendencia positiva que satisface las dimensiones básicas de rendimiento de calidad para la buena forma urbana. El aporte ganancial de las actuaciones llevadas a cabo comparado con el estado previo al evento es incuestionable, destacando que en la base está un diseño integral de calidad que contempla la diversidad, tanto urbanística como paisajística del lugar en relación con la ciudad, la sostenibilidad de los recursos, sistemas, estrategias y gestión. Esta base debe permitir asumir contingencias (crisis económica) y modificaciones sobre la planificación inicial (usos previstos, plazos, etc.), al constituir un sistema complejo, pero flexible y adaptable, que establece un equilibrio con el territorio natural en el que se inserta y del que se beneficia (Corellano y Porta, 2019).

A respecto de otras intervenciones de carácter estructural en la ciudad de Zaragoza, abarcando el tema de las inundaciones, vale destacar el ejemplo de la creación de zonas de inundación temporal controlada, una buena solución aplicada para minimizar los daños que producen las inundaciones en Zaragoza, según el Guías De Adaptación Al Riesgo De Inundación (2019), que fueran implantadas en algunas zonas del eje del río Ebro. En general, la medida intenta laminar parcialmente la avenida, disminuir los caudales, reducir la velocidad del agua en la zona inundada, controlar los tiempos de inundación y de vaciado,

reduciendo además el riesgo de desbordamiento del río aguas abajo de las mismas.

La inundación de una determinada zona (Área de inundación controlada temporal) funciona a través de un proceso de apertura y cierre de compuertas que tendrá lugar cuando el río alcance un determinado nivel prefijado. Al alcanzar un nivel máximo admisible en el área resguardada, el dispositivo se cerrará de manera automática para impedir la entrada del agua y evitar inundaciones no deseadas. El dispositivo de cierre se ubicará siempre en el punto situado más aguas abajo de la mota existente respecto de la zona de llenado, de manera que la inundación se produzca en sentido ascendente, evitando arrastres de terreno y favoreciendo la sedimentación.



Ilustración 49 Zona de inundación controlada. Compuertas. Pina de Ebro (izq.) y Novillas (dcha.)

Fuente: Guías De Adaptación Al Riesgo De Inundación, 2019.

El resultado es muy útil cuando el sistema de motas o diques de protección no es rebasado por las avenidas más allá de la protegida, cuando esta se ve sobrepasada, tal zona se ve súbitamente inundada, incrementándose en general los daños producidos a respecto de la situación anterior de la construcción de la protección y empeorando posteriormente la situación, al no permitir el desagüe o vaciado de la zona inundada. De manera similar, el hecho de que el agua no se desborde es de vital importancia también para el mantenimiento de la estructura, para que la mota o dique no acabe rompiendo, ya que, cuando esto sucede, la presión que da el agua sobre la estructura es mayor y por tanto el riesgo de rotura también es mayor.

Ya a respecto de la monitorización relacionado al tema, que es muy importante también para saber cuándo, cómo y dónde va a pasar, para así, proceder con las medidas de mitigación cuanto, a las inundaciones, la Confederación Hidrográfica del Ebro elaboró mapas de peligrosidad de inundaciones para distintos periodos de retorno, afecciones y riesgos potenciales, así como también mapas de caldales. Estos cálculos, considerando el retorno de las riadas y sus volúmenes, permiten determinar los sectores inundables con periodos de retorno de hasta 500 años, pero también definir los sectores de inundación periódica (ordinarios), el dominio público hidráulico, la

zona de cauce preferente o la extensión de las zonas inundadas en función del volumen de las crecidas. Todos estos aspectos están recogidos en la legislación y normativa (RDL1/2001 o RD903/2010).

El PGRI Ebro¹⁰⁸ también es un documento fundamental para la gestión de avenidas. El estudio de los paisajes del Ebro implementa la necesaria disciplina urbanística y limita los usos intensivos del suelo en áreas vulnerables.

Aparte de todo eso, se puede destacar las iniciativas que la ciudad promueve para fomentar el uso de esas zonas, tanto para residentes como turistas, impulsando más aún el valor de la infraestructura verde y azul. A través del proyecto LIFE Zaragoza Natural¹⁰⁹, liderado por La Agencia de Medio Ambiente y Sostenibilidad del Ayuntamiento, que, por un lado, fortalece las líneas de trabajo existentes de conservación y recuperación de entornos sensibles (territorios fluviales, bosques isla, barrancos en la estepa), y por otro lado, dar un paso adelante en cuanto a la integración de los procesos naturales dentro del entorno urbano, con la ambición de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y minimizar los impactos que la ciudad provoca en el territorio zaragozano¹¹⁰.

Un ejemplo es La Ruta de los Parques, una iniciativa integrada dentro de tal proyecto europeo que tiene como objetivo la creación, gestión y promoción de la infraestructura verde de Zaragoza¹¹¹.

La estrategia y modelo más reciente de gestión de la infraestructura verde de Zaragoza fue puesta en cuestión en el mes de junio, apostando por una gestión integrada que ponga al servicio de la ciudadanía la riqueza natural que ofrece la ciudad¹¹². El objetivo es, todavía, cambiar la visión de los parques y jardines como sistemas aislados y entenderlos como un conjunto interconectado, como una red cuyas dinámicas están potenciadas por la biodiversidad. Esta gestión pretende realizarse, además, en línea con los objetivos de desarrollo sostenible de la organización de naciones unidas, y en concreto, haciendo hincapié en aspectos como la salud y el bienestar de la ciudadanía; la creación de ciudades y comunidades sostenibles; la acción por el clima; y la atención a la vida de los ecosistemas terrestres.

¹⁰⁸ Para más información: <http://www.chebro.es/PGRI/>

¹⁰⁹ Para más información: https://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=4627

¹¹⁰ Disponible en: https://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/pivz/IVZ_doc_divulgacion.pdf

¹¹¹ Disponible en: <https://www.zaragoza.es/sede/portal/medioambiente/infraestructura-verde/recorridos/ruta-parques>

¹¹² Disponible en: <https://www.zaragoza.es/sede/portal/medioambiente/servicio/noticia/230452>

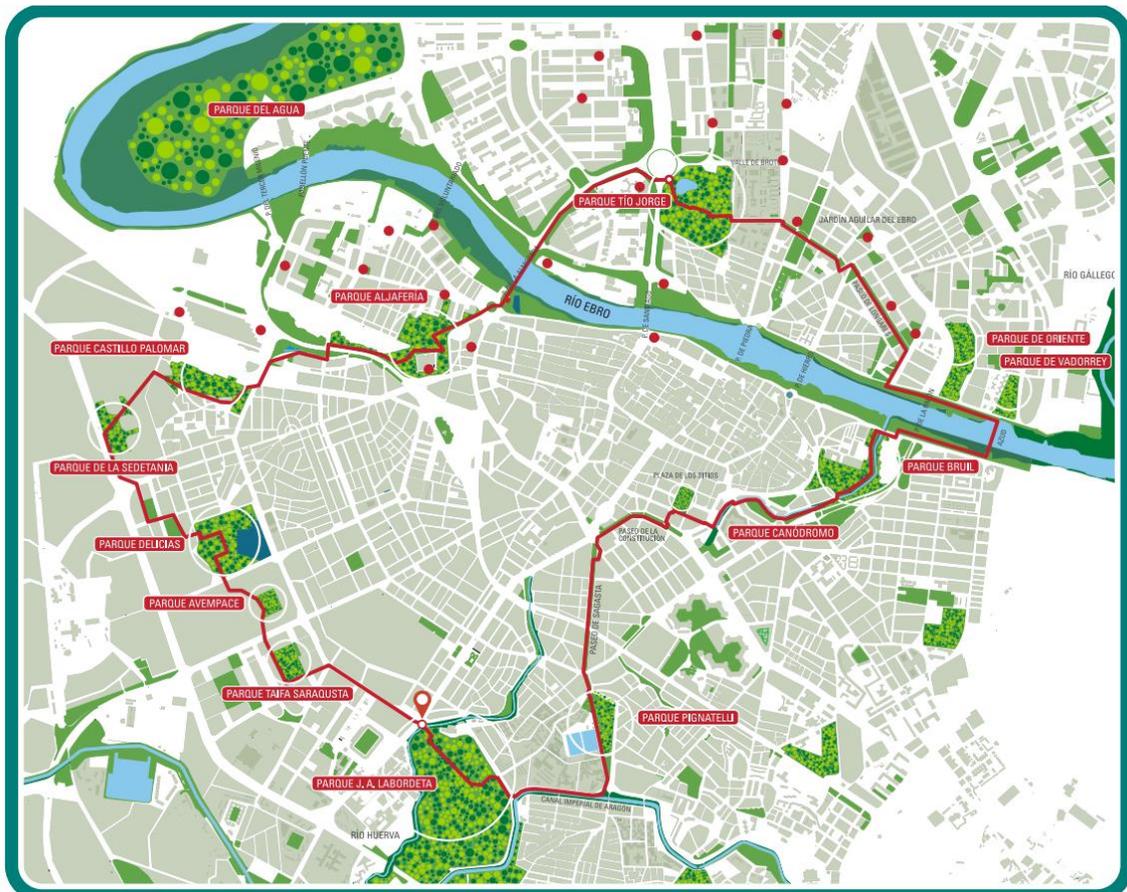


Ilustración 50 La Ruta de los Parques en Zaragoza

Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza, 2020¹¹³.

Con todo, se puede concluir que, a pesar de los evidentes avances, Zaragoza sigue con importantes desafíos urbanísticos, ambientales y paisajísticos, los cuales podemos mencionar la gestión de la llanura de inundación en que se asienta, la revitalización de la huerta, factor principal en el encuentro de la ciudad con sus paisajes y la conservación de su patrimonio en general. Pero, en realidad, debe ser valorado los grandes eventos que pueden ser grandes oportunidades de mejora e impulso de transformaciones positivas en las ciudades cuando son realmente acogidos. El corredor fluvial del Ebro es el ejemplo, el cual hoy resulta en un espacio polivalente que facilita la evacuación del agua en las crecidas, preservando y mejorando la vida natural, posibilitando los recorridos longitudinales y transversales con acceso y disfrute de la lámina de agua.

Por fin, lo más importante de todo eso es el estado de la cuestión que se plantea, la necesidad de cambiar de paradigma, dejando de luchar contra el río para planificar con ello y aprovechar lo mejor que él puede traer, en conjunto, todavía, con las infraestructuras verdes que resaltando las transiciones entre los paisajes naturales, rurales y urbanos.

¹¹³ Disponible en: <https://www.zaragoza.es/sede/portal/medioambiente/infraestructura-verde/recorridos/ruta-parques>

2.6.4. CONCLUSION Y COMPARACION

En la tabla adelante, podemos hacer una constatación y comparación de los datos expuestos en el desarrollo de los tres estudios de caso.

RESUMEN COMPARATIVO DE LOS ESTUDIO DE CASO			
CIUDAD / PROVINCIA	ALICANTE	VITÓRIA-GASTEIZ / ÁLAVA	ZARAGOZA
COMUNIDAD AUTONOMA	COMUNIDAD VALENCIANA	PAÍS VASCO	ARAGÓN
ÁREA	201,27 KM ²	276,08 KM ²	973,78 KM ²
DENSIDAD	1.677 HAB./KM ²	894,58 HAB./KM ²	678,9 HAB./KM ²
POBLACION (INE, 2019)	334,887 HAB.	251,774 HAB.	674,997 HAB.
TIPO DE CLIMA	BSH (ESTEPA CALIENTE)	CFB (TEMPLADO SIN ESTACIÓN SECA CON VERANO TEMPLADO)	BSK (ESTEPA FRÍA)
TIPO DEL SUELO	PREDOMINIO DE FLUVISOLES, REGOSILES Y CALCISOLES.	VARIADO	VARIADO
TIPO DE INUNDACIONES	PLUVIAL	FLUVIAL	FLUVIAL
PRINCIPAL SOLUCION ADOPTADA	PARQUE LA MARJAL	ADECUACIÓN HIDRÁULICA Y RESTAURACIÓN AMBIENTAL DEL RÍO ZADORRA	RECUPERACIÓN DE LAS RIBERAS DEL EBRO

Tabla 3 Resumen comparativo del estudio de caso

Fuente: Elaboración propia.

No hay duda de que, por muy específicos que sean los casos con sus diversas propiedades distintas, podemos observar el hecho de que todos ellos abordan el problema con una visión en gran medida relacionada con las soluciones basadas en la naturaleza incorporada con medidas urbanísticas de ordenación del territorio, y claro, algunas medidas de legislación y también estructurales.

En general, los 3 casos engloban una recuperación del espacio verde dentro del medio urbano y el respecto, en especial, al espacio de las márgenes de los ríos Zadorra y Ebro. Vitoria implementó varias medidas para devolver los espacios de los ríos dentro de la ciudad a los propios ríos, Zaragoza también recuperó los arroyos en todo lo largo del río Ebro y Alicante, que sufre con la gran cantidad de precipitación en poco tiempo, creó una enorme zona verde a través de un parque para absorber toda esta agua.

Sin embargo, la restauración y recuperación de los espacios verdes inutilizados y abandonados en las proximidades de los ríos, así como las

medidas de adecuación hidráulica, tanto en Alicante, Vitoria o Zaragoza, tienen un elemento en común, pues, todos estos proyectos vislumbran el control de las crecidas, por supuesto, pero, lo más genial es que, además de la bien sucedida utilización de acciones para combatir el problema, fue incorporando a esos espacios el uso de los ciudadanos, la valorización del paisaje, y el principal, la certeza que se puede aprovechar las fortalezas de los lugares y todavía, amigablemente, los convierte en favor de una mejor calidad de vida para las personas y el propio entorno urbano y natural.

Con todo, la investigación apoya, a través del análisis de estos tres estudios de caso, se cree que lo más convencional es valorar siempre al máximo las medidas que están a favor del medio ambiente, que incluyen la recuperación y expansión de las áreas permeables y las acciones que priorizan los mecanismos de infraestructura verde y azul. Sin embargo, si el problema persiste, lo ideal es agregarle el incremento de herramientas estructurales, como diques, presas, embalses subterráneos entre otros ya mencionados. Y en este último caso, cuando no sea posible de ninguna manera utilizar soluciones basadas en la naturaleza o mezclarlas con soluciones de infraestructura, que por lo menos se haga un estudio extremadamente detallado de tal área para que tal intervención, sólo estructural, no sea un impedimento en casos de crecimiento extremo, generando un problema aún mayor que el que procedía antes de tal medida.

PARTE 3 – CONCLUSIONES Y PROPUESTA DE DIRECTRICES PARA EL IMPULSO DE LA RESILIENCIA FRENTE A LAS INUNDACIONES

El presente trabajo de fin de máster fue diseñado de manera específica cumplimiento su función de aportar información sobre el cambio climático, haciendo hincapié en el problema de las inundaciones como consecuencia y dirigido principalmente a los arquitectos y urbanistas. Pero, también puede servir como fuente de información para los demás profesionales que se interesan por el tema en cuestión, ya que la utilidad de reflexión para una gestión exitosa frente al problema en general requiere la toma de decisiones sólida, con una mayor coordinación entre los diferentes niveles de gobierno, los organismos públicos, la sociedad civil y otros.

Con todo, se constató que en primer lugar es necesario considerar la escala del problema que implica las consecuencias del cambio climático y su impacto, los cuales, incluyen la degradación del medio ambiente y agotamiento de recursos naturales, una peor calidad del aire, alta en las temperaturas, la pérdida en la biodiversidad y de los recursos marino-costeros, etc., no obstante, los efectos del cambio climático interfieren de manera decisiva más allá de elementos intangibles, pues sus repercusiones son evidentes en el entorno espacial, cambiando el medio urbano y territorial, con daños causados en propiedades, infraestructuras y afectando muchas personas, lo que supone también en gastos muy elevados para la sociedad, generando problemas también en la economía.

Cuando se examinan los antecedentes mundiales de los desastres naturales, queda claro que la vulnerabilidad de una región a esos riesgos depende de múltiples factores y sin duda está relacionada con la magnitud del fenómeno, pero, también se nota la relación proporcionalmente opuesta de que cuanto menos desarrollado sea el lugar donde se produce el acontecimiento, mayor será el daño, lo que resulta peor aún la situación de países de bajo ingreso.

En este sentido, viene la resiliencia urbana, que proviene de la necesidad de desarrollar la estabilidad de los componentes naturales, construidos, económicos y sociales, frente a los fenómenos naturales extremos, haciendo posible, además de la reconstrucción del espacio, una mejora significativa en la dimensión físico-espacial y sociopolítica de las ciudades. Es decir, la resiliencia es más que una simple herramienta de resistencia, pues implica en la reconstrucción del curso a partir de una pausa sin la pretensión de mantener todo igual o recuperar una estabilidad supuestamente perdida. Más bien, engloba la adaptación positiva a nuevas condiciones que implican necesariamente en un proceso de aprendizaje junto con cierto grado de adaptabilidad y, en consecuencia, de transformación.

Además, el análisis de la resiliencia como variable esencial frente a la vulnerabilidad en la gestión de los riesgos de desastre permite aplicar medidas en lugares que su necesidad es evidente, antes, durante o con posterioridad a una catástrofe. También es digno de mención el carácter dinámico e integrador que debe tener la resiliencia urbana, atingiendo distintos niveles de poderes, desde público al privado, del individuo al colectivo, y también la variedad de soluciones distintas que debe emplear para cada problema específico, dependiendo de la ubicación, los recursos disponibles y evidenciando sobre todo atributos que contribuyen en favor de la planificación urbana y territorial, cuestiones sociales y de gobernanza, que son esenciales para asegurar niveles exitosos.

Las inundaciones en las ciudades son un desafío grave y está evolucionando cada vez más debido al cambio climático. Mientras tanto, los resultados obtenidos en esa investigación enfatizan todavía más la certeza que los tomadores de decisión deben hacer mucho más para comprender el problema y manejar mejor las soluciones adoptadas de manera más integrada y más efectiva frente a los riesgos actuales y del futuro.

La inversión dirigida al fortalecimiento de la resiliencia ante las catastrofes en general y también las inundaciones reduce tanto el impacto como los costos de respuesta y recuperación. Aunque está claro que todo el mundo sufre con las consecuencias de las inundaciones, uno de los factores obtenidos en esa investigación a nivel global es que los países de desarrollo medio-bajo son los más vulnerables, principalmente con ciudades que pasan por un proceso de rápida urbanización, creando barrios periféricos en lugares desfavorecidos o de riesgo que carecen de viviendas, infraestructura y servicios adecuados, haciendo que los moradores más pobres estén más desfavorecidos por las inundaciones y contribuyendo a un aumento de las consecuencias sociales y económicas.

Teniendo en cuenta la situación en España, una zona geográfica que el cambio climático será bastante severo según inúmeros expertos, podemos destacar las inundaciones como una de las principales consecuencias negativas de tal fenómeno, en secuencia el país sufrirá también con las sequías, los temporales de viento, los episodios de frío y calor anormal, las tormentas violentas con caída de granizo, los tornados, además de algunos peligros de causas múltiples, como las avalanchas de nieve o los deslizamientos de terreno, afectando cada vez más la calidad de vida de los ciudadanos, así como a la infraestructura y el mantenimiento de las ciudades.

Enfocando en las inundaciones, actualmente muchas ciudades están expuestas a ese riesgo catastrófico en España, que pueden variar entre la tipología pluvial, que advén de gran cantidad de lluvia en poco tiempo; fluvial, con el desdoblamiento de los ríos, o costera, derivada del aumento del nivel del mar. Además, es importante saber cual es el origen de una inundación, que puede derivar de causas naturales como lluvias, escorrentías, deslizamientos, deshielo, marejadas, maremotos, etc. o antrópicas, del fallo de las

infraestructuras construidas por el hombre, tales como roturas de presas, fugas de conducciones, que todavía pueden agravar las inundaciones naturales.

En general, se puede concluir que los principales elementos que aceleran y potencializan esos procesos en el territorio español son la implantación de demasiada infraestructura sobre la naturaleza, con los sistemas de drenaje convencional, canalización de ríos, diques, y otros ya mencionados, que a veces cumple su función regular, pero, en situaciones extremas, tornan la ciudad altamente vulnerable, agravando el problema en momentos de lluvia torrencial, lo que resulta en la evidente incapacidad de tales sistemas para soportar gran cantidad de agua en poco tiempo.

De hecho, factores como la ubicación geográfica de la ciudad, el clima, los componentes del suelo, la configuración urbana y las construcciones, los fluviales, la vegetación local y la cantidad de áreas verdes influyen directamente en el estudio para elegir cual son las soluciones que mejor si encajan en determinado sitio, además de la frecuencia y los tipos de inundación que la zona de estudio puede sufrir.

No obstante, se ha llegado a la conclusión de que el método más eficaz para gestionar el riesgo de inundaciones es adoptar un enfoque integrado que combine medidas estructurales junto con aplicación de métodos no estructurales, es decir, soluciones basadas e integradas con la naturaleza. Sin embargo, destaco también la importancia del minucioso estudio de los factores que influyen en el comportamiento de la ciudad a lo largo del tiempo, relacionado con la ocupación del suelo, las estructuras políticas y administrativas y las dinámicas socioeconómicas.

Eses tres componentes principales generalmente permiten conocer las relaciones entre el entorno físico y natural, la distribución urbana, el desarrollo de las actividades económicas, del crecimiento demográfico y urbano en las diferentes zonas de la ciudad, así como la estructura político-administrativa local que implica siempre de gran importancia en el proceso de adopción de medidas de control y mitigación frente al problema. Además, destaco aún la importancia de la existencia de normativas específicas y el cumplimiento de las mismas frente al problema y como complemento, la incorporación correcta y utilización de la tecnología volteada para la prevención de las avenidas, como la implantación de sistemas de alerta de inundaciones y una buena planificación del uso de la tierra y delimitación de las zonas inundables.

A través de los estudios de casos realizados y expuestos en el capítulo 2.7, se comprobó otra vez que, en general, la construcción de canales de drenaje y medidas de canalización o desvío de las aguas de crecidas del centro para la periferia no dieron lugar a soluciones satisfactorias y con buenos resultados. En el caso de Vitoria y Zaragoza, empeoraron aún más la situación, que hubo que rehacer con la posterior inclusión de elementos de infraestructura verde y soluciones basadas en la naturaleza. Ya Alicante, después de sufrir mucho con el problema de las lluvias torrenciales, logró integrar muy bien sus medidas

estructurales, mediante la construcción de embalses de agua subterránea, con toda la zona verde del parque de La Marjal.

En resumen, los tres casos comprenden la recuperación de espacios verdes dentro del ámbito urbano y, en concreto, la valorización del espacio de las orillas de los ríos Zadorra y Ebro. Vitoria ha puesto en marcha varias acciones para devolver los espacios fluviales dentro de la ciudad para los propios ríos, Zaragoza también ha devuelto los cursos de agua a lo largo del río Ebro y Alicante, que sufre con las lluvias torrenciales, ha creado una enorme zona verde a través de un parque para la absorción de toda esta precipitación.

Las distintas perspectivas sobre las causas y soluciones de los tres estudios de casos y los factores que pueden causar, intensificar o inhibir las inundaciones fueron imprescindibles para generar una mayor noción de que, por más diferente que sea la situación, las medidas dignas de aprecio están en su totalidad relacionadas con una misma solución, que es, en general, respetar la naturaleza y potenciar la relación entre el río y la ciudad en vez de ignorarla, lo que puede resultar, como se ha demostrado en los tres ejemplos, en una mejora significativa de la calidad de vida para los ciudadanos y del espacio urbano y natural, pues, además de resolver, mejorar o controlar el problema de las inundaciones, todavía se destaca el hecho de que es posible transformar dichas zonas abandonadas o en desuso, proporcionando la creación de lugares agradables de gran valor ambiental y urbano, la valorización del paisaje, con áreas de ocio, senderismo y juegos, etc.

REFERENCIAS

BIBLIOGRAFICAS:

ACUÑA, Susana Castro; GUTIÉRREZ, Alfonso; PICATOSTE, José Ramón (2011). “La adaptación al cambio climático en España, cambio climático: aspectos económicos e internacionales”, en información comercial española ICE: revista de economía, n. 862, ISSN 0019-977x, pp. 81-96, septiembre-octubre 2011.

ANCHUELA, Ó. P.; REVUELTO, C.; SAINZ, A. C. J.; CORDERO R. y POCOV A. (2016). “Las crecidas del Ebro de febrero/marzo de 2015. ¿Qué hemos aprendido y qué falta por aprender?”, En GEOGACETA, n 60, ISSN 0213-683X, pp.119-122, Mayo 2016.

BERGA, Luis Casafont (2015). “La implantación en España de la directiva europea de inundaciones”, En Revista de Obras Públicas: órgano profesional de los ingenieros de caminos, canales y puertos, n. 3569, ISSN 0034-8619, pp. 21-30, Octubre 2015.

BERGA, Luis Casafont (2011). “Las Inundaciones en España. La nueva Directiva Europea de Inundaciones”, En Revista de Obras Públicas: órgano profesional de los ingenieros de caminos, canales y puertos, n. 3520, ISSN 0034-8619, pp. 7-18, Abril 2011.

CAL NICOLÁS, Pablo Alberto De La (2019). “Zaragoza: construcción urbana en un territorio de ríos y huertas. Dinámica fluvial, infraestructura hidráulica y ciudad”. Tesis doctorales de la Universidad de Valladolid, UVA n.1671. pp. 622, Volumen 1.

Cal, P. y Pellicer, F. (2002). “Ríos Y Ciudades. Aportaciones Para La Recuperación De Los Ríos y Riberas De Zaragoza”. En Institución Fernando El Católico, Zaragoza. Excma. Diputación de Zaragoza, n. 2.181, ISBN 84-7820-606-X, pp. 404.

CANTOS, Jorge Olcina (2004). “Riesgo De Inundaciones Y Ordenación Del Territorio En La Escala Local, El papel del planeamiento urbano municipal”. En Boletín de la A.G.E. Instituto Universitario de Geografía Universidad de Alicante. n. 37, pp. 49-84.

CANTOS, Jorge Olcina (2008). “Prevención De Riesgos: Cambio Climático, Sequías E Inundaciones”. En Panel Científico-Técnico De Seguimiento De La Política Del Agua. Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física Universidad de Alicante. Pp. 240.

CANTOS, Jorge Olcina y AMORÓS, Antonio M. Rico Amorós (2000). “Estudios Sobre Lluvias Torrenciales E Inundaciones En La Provincia De Alicante (1982-1999)”. Instituto Universitario De Geografía, Universidad de Alicante, n. 9, ISSN :1136-527 7. Pp. 71-92. CERRI, L. E. S. (1999). “Riscos

Geológicos Urbanos” En CHASSOT , A & CAMPOS, H(orgs). *Ciência da Terra e Meio Ambiente: Diálogos para (inter)ações no Planeta*. São Leopoldo: Ed. Unisinos, pp. 133-146.

CORELLANO, F. P. (2018) “Los paisajes del Ebro en las puertas de la ciudad de Zaragoza”. En *Ciudades y formas urbanas: Perspectivas Transversales*, del Depto. Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza, v.5 Formas urbana, paisaje, ecourbanismo, pp. 117-131.

CORELLANO, F. P. y PORTA, M. P. S. (2019). “Grandes eventos, huellas del futuro. Las riberas del Ebro y Expo Zaragoza 2008”, En *ZARCH*, n. 13 2019, ISSN 2387-0346. Pp. 62-75, recibido: 07-06-2019 / Aceptado: 21-09-2019.

DEFRA. (2004) “Making space for water. Developing a new Government strategy for flood and coastal erosion risk management in England”. En Londres. Department for Environment, Food and Rural Affairs. 156 pp.

FERREIRA, Ximena Cardozo (2019). “Inundaciones Urbanas: Propuestas Para Una Gestión De Riesgos Con Enfoque En La Prevención De Daños”. Tesis Doctorales del Departamento De Estudios Jurídicos Del Estado de la Universidad De Alicante. Instituto Universitario Del Agua Y Las Ciencias Ambientales, pp. 298.

FISHER, Peter M. (2012). “Resilient Coastal City Regions. Planning for Climate Change in the United States and Australia, Cambridge, Massachusetts” En *Lincoln Institute of Land Policy*, Edward BLAKELY y Armando CARBONELL(eds.), pp. 145-179.

FONT, Judith Gifreu (2018). "Ciudades Adaptativas Y Resilientes Ante El Cambio Climático: Estrategias Locales Para Contribuir A La Sostenibilidad Urbana". En *Revista Aragonesa de Administración Pública*, n. 52, ISSN 2341-2135, pp. 102-158.

FRUTOS, L.M. (1984). “El Campo de Zaragoza. Geografía de Aragón”, Tomo 6. Guara editorial,.

GARCÍA, Felipe Fernández (2009). “Ciudad y cambio climático: aspectos generales y aplicación al área metropolitana de Madrid”. Departamento de Geografía Universidad Autónoma de Madrid - *Investigaciones Geográficas*, nº 49 pp. 173-195. ISSN: 0213-4691, pp. 173-195.

GIL et al. A. G.; NAVARRO, J. A. S.; VAZQUEZ-SUÑÉ, E.; SCHNEIDER, E.G.; GARCÍA, A. P. Y LÁZARO A. M. (2015). “Fenómenos de inundación subterránea asociados a las crecidas del río Ebro en la ciudad de Zaragoza”. En: *GEOGACETA*, n 57, ISSN 2173-6545, pp. 147-150.

JHA, A. K.; BLOCH, R.; LAMOND, J., (2012A), “Cities and Flooding. A Guide to Integrated Urban Flood Risk Management for the 21st Century”. The World Bank, Washington, D.C., USA, ISBN 978-0-8213-8866-2, pp. 62.

JHA, A. K.; MINER, T. W.; GEDDES, Z. S., (2012B), "Building Urban Resilience: Principles, Tools and Practice". The World Bank, Washington D.C., USA, ISBN 978-0-8213-9826-5, pp. 209.

LEICHENKO, R. (2011). "Climate change and urban resilience". Current opinion in Environmental Sustainability. v.3, n.3, pp. 164-168.

MANZANO, J. E IZUSKIZA, I. (1994). "Vitoria y sus ríos. El Zadorra" Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, Departamento Municipal de Educación, 3 vol. ISBN 84-87645-29-1.

MARAÑÓN, Blanca (2019). "Planificación y gestión del sistema hidrológico de Vitoria-Gasteiz en clave de infraestructura verde (infraestructura azul)". En Revista de Obras Públicas: órgano profesional de los ingenieros de caminos, canales y puertos, ISSN 0034-8619, n. 3607, pp. 21-27.

MARTÍNEZ, Emilio I. (2017). "Análisis Geográfico De Inundaciones Relámpago En Espacios Turísticos Del Norte De La Provincia De Alicante. Papeles De Geografía", Universidad De Murcia. Murcia, España. Pp. 65-81.

MARQUÍNEZ, J.; VUELTA, A. C.; IGLESIAS, E. F. y FUENTE, L. G. (2017). "Resiliencia Territorial Ante Catástrofes. Inundaciones Y Temporales" En Revista de Obras Públicas: órgano profesional de los ingenieros de caminos, canales y puertos, n 3587, ISSN 0034-8619, pp 54-63, Mayo, 2017.

MATAUCO, A. I. G. De. (2004). "Las crecidas fluviales del Zadorra: procesos, riesgos y propuestas de ordenación". Tesis doctoral De la Universidad del País Vasco - Euskal Herriko Unibertsitatea, pp. 630 + anexo cartográfico.

MATAUCO, A. I. G. De. (2005). "Variación Del Riesgo De Inundaciones En El Río Zadorra (País Vasco) Como Consecuencia De Su Regulación". Dpto. De Geografía, Prehistoria y Arqueología. Universidad del País Vasco. Investigaciones Geográficas, nº 36, ISSN 0213-4619, pp. 119-133.

MATAUCO, A. I. G. De. (2006). "El Río Zadorra A Su Paso Por La Ciudad De Vitoria-Gasteiz: El Anillo Verde y El Problema De Las Crecidas Fluviales" Dpto. De Geografía, Prehistoria Y Arqueología. Universidad Del País Vasco, Ríos Y Ciudades Europeas: Espacios Naturales, Culturales Y Productivos, Pp. 107-112.

MATTEDI, Marcos Antônio; BUTZKE, Ivani Cristina (2001). "A relação entre o social e o natural nas abordagens de Hazards e de Desastres. Ambiente & Sociedade". Anos IV – n.9, p 2-2.

MÉNDEZ, Ricardo (2011). "Ciudades y metáforas: sobre el concepto de resiliencia urbana". En Instituto de Economía, Geografía y Demografía Centro de Ciencias Humanas y Sociales CSIC. CyTET XLIV, n. 172, Pp 215-231 Recibido: 15.03.2011; Revisado: 14.06.2011.

MOLINA-PRIETO, Luis Fernando (2016). “Resiliencia a inundaciones: nuevo paradigma para el diseño urbano”. En Revista de Arquitectura, Universidad Católica de Colombia, vol. 18, núm. 2, ISSN 1657-0308, pp. 1-136.

ORIVE, Luis Andrés (2006). “Relaciones ciudad-naturaleza: hacia modelos de planificación territorial más sostenibles en Vitoria-Gasteiz”. En Boletín CF+S 38/39. Arquitectura del siglo XXI: más allá de Kioto Madrid, España, Pp. 157-171, marzo de 2006.

PALENCIA, José Sergio (2017). “Resiliencia Urbana ante inundaciones y temporales marítimos” En Revista de Obras Públicas: órgano profesional de los ingenieros de caminos, canales y puertos. Departamento de Urbanismo, Instituto del Transporte y Territorio. Universidad Politécnica de Valencia, n. 3591, ISSN 0034-8619, pp. 30-39, Octubre 2017.

PASTORELLI Junior, José Henrique (2018). “Estudo da sustentabilidade e resiliência urbana no contexto da redução de risco de desastres”. En Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, SP, [s.n.] pp. 247.

REDMAN, C. L.; KIZING, A. (2003) “Resilience of past landscapes: resilience theory, society, and the longue durée”. Conservation Ecology, n. 7(1): 14, [online] URL: <http://www.consecol.org/vol7/iss1/art14/>

RIVA, J., IBARRA, P., MONTORIO, R., RODRIGUES, M. (2015). “La recuperación de las riberas del Ebro en Zaragoza. Un efecto perdurable del evento efímero Expo 2008 - Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación” En Universidad de Zaragoza-AGE. ISBN 978-84-92522-95-8, pp.1-10.

ROBAINA, Luís Eduardo De Souza (2008). “Espaço urbano: relação com os acidentes e desastres naturais no Brasil” En Departamento de Geociências y Laboratório de Geologia Ambiental. CCNE/Universidade Federal de Santa Maria/RS, Brasil, pp. 1-14, 2008.

RODRÍGUEZ, Antonio Serrano (2017). “España, Un Territorio Diverso Poco Resiliente Ante Los Riesgos Futuros - Resiliencia Territorial Ante Catástrofes. Inundaciones Y Temporales”. En Revista de Obras Públicas: órgano profesional de los ingenieros de caminos, canales y puertos, n 3587, ISSN 1695-4408, pp. 23-32, Mayo 2017.

RUIGÓMEZ, Luis Irastorza (2015). “Ciudades Inteligentes: Requerimientos, Desafíos Y Algunas Claves Para Su Diseño Y Transformación Ingeniero De Caminos, Canales Y Puertos”. Universidad Autónoma de Madrid. Fundación General, ISSN 1139-9325, pp. 1-26, Agosto 2015.

SÁNCHEZ, Francisco J. García (2019). “Planeamiento Urbanístico Y Cambio Climático: La Infraestructura Verde Como Estrategia De Adaptación”. En Cuaderno de Investigación Urbanística CIUR nº 122, ISSN 2174-509, PP. 102, Enero / Febrero, 2019.

FUENTES DE INFORMACIÓN:

AEMA, AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE (2020). Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/pt>

AEMET, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO (2020). Disponible en: <http://www.aemet.es/es/portada>

AYUNTAMIENTO DE ALICANTE. Disponible en: <https://www.alicante.es>

AYUNTAMIENTO DE VITORIA-GASTEIZ. Disponible en: www.vitoria-gasteiz.org/we001/was/we001Action.do?accionWe001=ficha&accion=home

AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA. Disponible en: www.zaragoza.es

CEPAL, COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. Disponible en: <https://www.cepal.org/pt-br>

CSIRO, SEA LEVEL, WAVES & COASTAL EXTREMES. Disponible en: <https://research.csiro.au/slrwavescoast/sea-level/>

DGA, DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA. Disponible en: <https://dga.mop.gob.cl/Paginas/default.aspx>

INE, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (2019). Disponible en: <https://www.ine.es/index.htm>

IGN, INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL (2019). Disponible en: <https://www.ign.es/web/ign/portal>

ICV, INSTITUT CARTOGRAFIC VALENCIA (2020). Disponible en: <https://visor.gva.es/>

MAGRAMA, MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. “Gestión de los riesgos de inundación”. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion>

NATIONAL GEOGRAPHIC, 2019. Disponible en: <https://www.nationalgeographic.com.es/>

NASA, NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. GLOBAL CLIMATE CHANGE, VITAL SIGNS OF THE PLANET (2020). Disponible en: <https://climate.nasa.gov/>

SIOSE, SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE OCUPACIÓN DEL SUELO DE ESPAÑA (2014). Disponible en: <https://www.siose.es/>

SNCZI, SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/snczi/>

LEGISLACIÓN, PLANES E INFORMES

ATLAS CLIMÁTICO IBÉRICO (1971-2000). Elaborado por Gobierno De España y AEMET, Agencia Estatal de Meteorología. ISBN: 978-84-7837-079-5.

ADHARA, GAMMA/GRUPO (2015). "Diagnóstico Medio Ambiental De La Ciudad De Alicante". Elaborado por Ayuntamiento De Alicante, Auditoria Estudios Ambientales.

ATLAS NACIONAL DE ESPAÑA, ANE (2009). Elaborado por Gobierno De España y INE, Instituto Nacional de Estadística. Disponible en: http://atlasnacional.ign.es/wane/P%C3%A1gina_principal

BANCO MUNDIAL (2012). "Ciudades e Inundaciones, Guia para la gestión integrada del riesgo de inundaciones en ciudades en el siglo XXI".

CEMAT, CONFERENCIA EUROPEA DE MINISTROS RESPONSABLES DE LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO (2000). "Principios Directores para el Desarrollo Territorial Sostenible del Continente Europeo", Elaborado por el Comité de Altos Funcionarios. Hannover, Septiembre 2000.

CHE, CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO (2013). "Memoria Resumen De Los Mapas De Peligrosidad y Riesgo De Inundación". En La Demarcación Hidrográfica Del Ebro, Diciembre 2013.

CHE, CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO (2013). "Áreas de riesgo potencial significativo de inundación". (ARPSIs)". En La Demarcación Hidrográfica Del Ebro, Diciembre 2013.

CIPPEC, PROGRAMA DE CIUDADES (2016). "Resiliencia Urbana, Diálogos Institucionales", Elaborado en Argentina.

"CÓMO DESARROLLAR CIUDADES MÁS RESILIENTES, UN MANUAL PARA LÍDERES DE LOS GOBIERNOS LOCALES. En La Contribución a la Campaña Mundial de Desarrollo de Ciudades Resistentes de las Naciones Unidas 2010-2015.

DESASTRE A TRAVÉS DE UNALENTE DIFERENTE: DETRÁS DE CADA EFECTO HAY UNA CAUSA (2011). En Ginebra; Secretaría De La Estrategia Internacional De Las Naciones Unidas Para La Reducción De Desastres (UNISDR).

EACC, ESTRATEGIA ARAGONESA DE CAMBIO CLIMÁTICO, HORIZONTE 2030. Elaborado por Gobierno De Aragón, Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente.

ECCE, EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LOS IMPACTOS EN ESPAÑA POR EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO (2005). Elaborado por Gobierno De España, Ministerio De Medio Ambiente. ESTRATEGIA BALEAR DEL CAMBIO CLIMÁTICO 2013-2020 (2013). Comisión Interdepartamental sobre el Cambio Climático, Elaborado por Govern De Les Illes Balears.

GUÍAS DE ADAPTACIÓN AL RIESGO DE INUNDACIÓN: EXPLOTACIONES AGRÍCOLAS Y GANADERAS (2019). Elaborado por Gobierno De España, Ministerio Para La Transición Ecológica, Octubre 2019.

INFORME A TODA COSTA (2018). Elaborado por Greenpeace España y Observatorio de la Sostenibilidad.

INFORME ANUAL LA SITUACIÓN DEL MUNDO 2007 - NUESTRO FUTURO URBANO (2007). Elaborado por World Watch Institute, Sobre El Progreso Hacia Una Sociedad Sostenible.

INFORME DE RIESGOS MUNDIALES 2017, "GLOBAL RISK" (2017). Elaborado por Foro Económico Mundial, 12.ª edición, en el marco del Equipo de competitividad y riesgos mundiales.

INFORME DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y DE SOSTENIBILIDA (2009). Elaborado por Centro De Estudios Ambientales Del Ayuntamiento De Vitoria-Gasteiz.

INFORME POBLACIÓN EN RIESGO DE INUNDACIÓN EN ESPAÑA EN LA FRANJA DE LOS PRIMEROS 10 KILÓMETROS DE COSTA SOBRE LOS RIESGOS DE INUNDACIÓN EN LAS FRANJAS COSTERAS ESPAÑOLAS (2019). Elaborado por Observatorio De Sostenibilidad.

IPCC, PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (2014). "Cambio climático: Impactos, adaptación y vulnerabilidad" Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. oMM. PnUMA.

NUEVA AGENDA URBANA (2016). En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III). ISBN: 978-92-1-132736-6. Quito, Ecuador, octubre de 2016.

MANUAL DE PLANEAMIENTO URBANÍSTICO EN EUSKADI PARA LA MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO (2012). Elaborado por Gobierno Vasco. Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, Octubre 2012.

MARCO DE SENDAI PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES 2015-2030 (2015). Oficina De Las Naciones Unidas Para La Reducción Del Riesgo De Desastres, Unisdr/Ge/2015, Iclux Es 1ª Edición.

MEDIDAS PARA LA MITIGACIÓN Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PLANEAMIENTO URBANO. GUÍA METODOLÓGICA (2015). Elaborada por la Red Española de Ciudades por el Clima, Sección de la Federación Española de Municipios y Provincias, con la colaboración de la Oficina Española de Cambio Climático del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. M-17301-2015.

ORDEN ARM/2656/2008. "Instrucción De Planificación Hidrológica". De 10 De Septiembre de 2008.

ORDEN ARM/2444/2008 “Progama De Acción Nacional De Lucha Contra La Desertificación” De 12 de Agosto de 2008.

PAAC, PLAN ANDALUZ DE ACCIÓN POR EL CLIMA 2007-2012 (2007). Programa de mitigación, Elaborado por Junta De Andalucía.

PATRICOVA, PLAN DE ACCIÓN TERRITORIAL DE CARÁCTER SECTORIAL SOBRE PREVENCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN EN LA COMUNIDAD VALENCIANA (2019). Elaborado por Generalitat Valenciana.

PATRICOVA, GUÍA DE APLICACIÓN DEL PLAN ACCIÓN TERRITORIAL SOBRE PREVENCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN EN LA COMUNIDAD VALENCIANA (2019). Elaborado por Generalitat Valenciana.

PGOU, PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA DE VITORIA-GASTEIZ (2003). Elaborado por Ayuntamiento De Vitoria-Gasteiz.

PGOUZ, PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA DE ZARAGOZA (1999). Elaborado por Ayuntamiento De Zaragoza, Mayo 1999.

PLAN AVALEM TERRITORI (2018). Diagnóstico Territorial-Laboral De La Ciudad De Alicante. Elaborado por Equipo De La Universidad De Alicante, Febrero 2018.

PLAN CLIMA 2018-2030 (2018). Elaborado por Ayuntamiento De Barcelona, Área de Ecología Urbana. Marzo, 2018.

PLAN DE ACCIÓN DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS ILLES BALEARS 2013-2020 (2014). Elaborado por Comisión Interdepartamental sobre el Cambio Climático, Govern De Les Illes Balears.

PLAN ESPECIAL FRENTE AL RIESGO DE INUNDACIONES (2018). Elaborado por Generalitat Valenciana, Abril, 2018.

PROTOCOLO DE KYOTO (1998). Elaborado por La Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático.

PROYECTO DE LEY DE CAMBIO CLIMÁTICO Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA (2020). Complejo de la Moncloa, Madrid (España). Mayo de 2020.

PTEMA, PLAN TERRITORIAL DE EMERGENCIAS DEL MUNICIPIO DE ALICANTE (2013). Excmo. Ayuntamiento de Alicante Departamento Técnico de Protección Civil y Gestión de Emergencias.

REAL DECRETO 907/2007, “Reglamento De La Planificación Hidrológica” De 6 De Julio de 2007.

REAL DECRETO 903/2010, “Evaluación Y Gestión De Riesgos De Inundación” De 9 De Julio de 2010.

REAL DECRETO 1274/2011, “Plan Estratégico Estatal Del Patrimonio Natural Y De La Biodiversidad” De 16 De Septiembre de 2011.

REAL DECRETO 895/2017, "Estructura Orgánica Básica Del Ministerio De Agricultura Y Pesca, Alimentación Y Medio Ambiente" De 6 De Octubre de 2017.

RECC, ESTRATEGIA LOCAL DE CAMBIO CLIMÁTICO. Elaborado por Red Española Ciudades por el Clima, Madrid, 670 pp. 2008.

RESCCUE, RESILIENCE TO COPE WITH CLIMATE CHANGE IN URBAN AREAS. Disponible en: <http://www.resccue.eu/urban-resilience>

WORLD URBANIZATION PROSPECTS: THE 2014 REVISION, HIGHLIGHTS (2014). Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de Población, Naciones Unidas (ST / ESA / SER.A / 352).