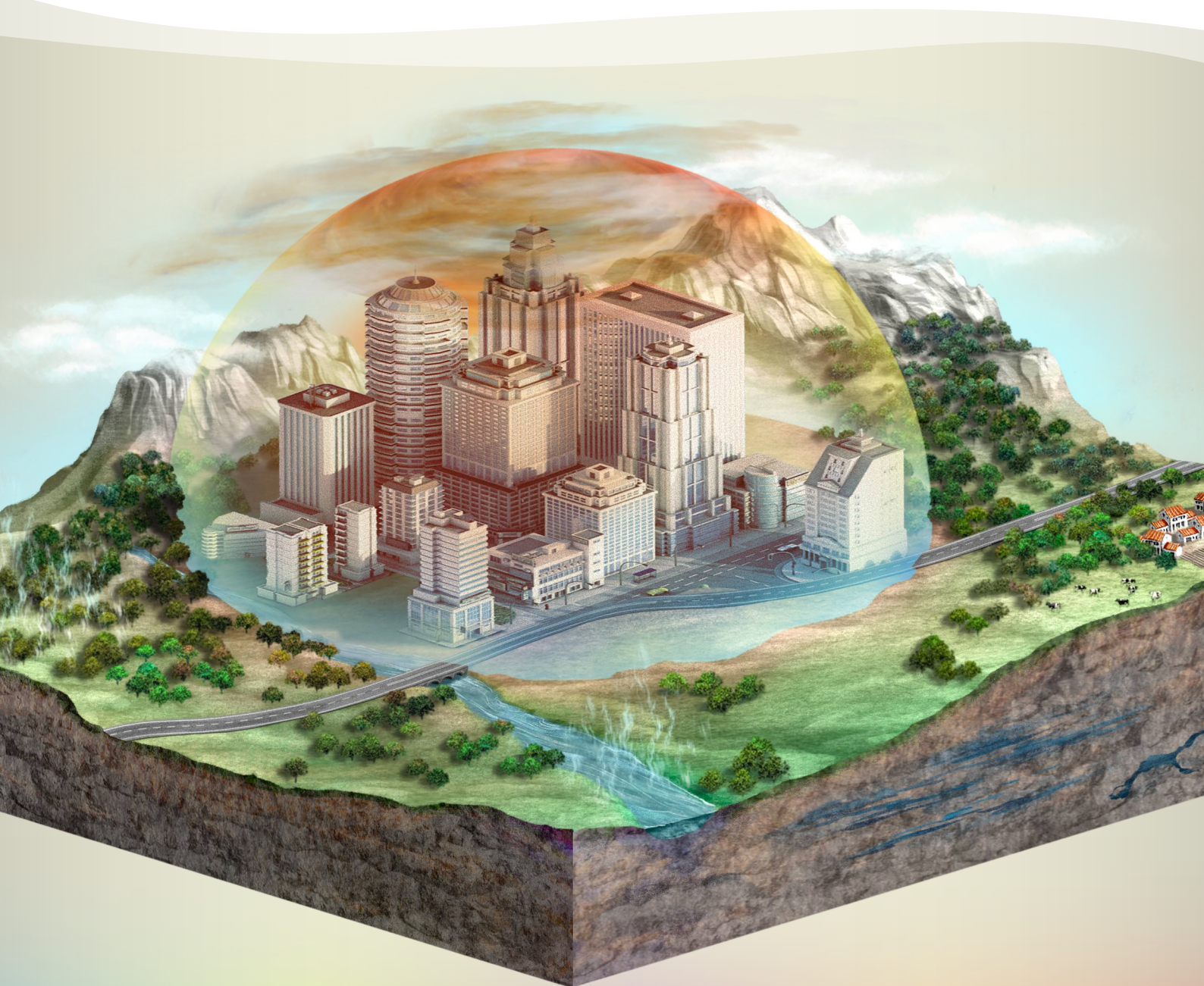


# CAMBIO CLIMÁTICO Y PROCESOS URBANOS

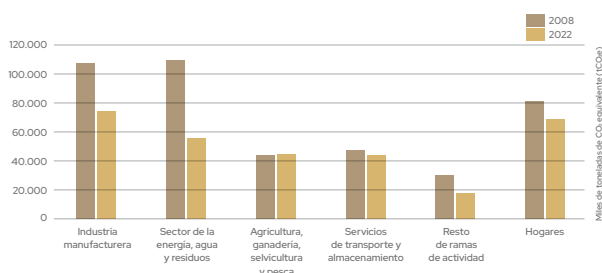
DANIEL HERRERA ARENAS, ÍCARO OBESO MUÑOZ  
ARTURO COLINA VUELTA



## POBLACIÓN URBANA MUNDIAL

Actualmente, alrededor del 56% de la población total, unos 4.400 millones de habitantes, vive en las ciudades. Esta cifra cobra especial relevancia cuando se proyecta hacia el futuro, ya que las previsiones indican que para el año 2050 la tendencia continuará en aumento, alcanzando el 68% de la población mundial concentrada en las urbes. Este hecho, pone de manifiesto la importancia de abordar los desafíos ambientales en el contexto urbano. Las ciudades son, en la actualidad, el origen de alrededor del 70% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, lo que las convierte en actores centrales tanto del problema como de la potencial solución al cambio climático.

## EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

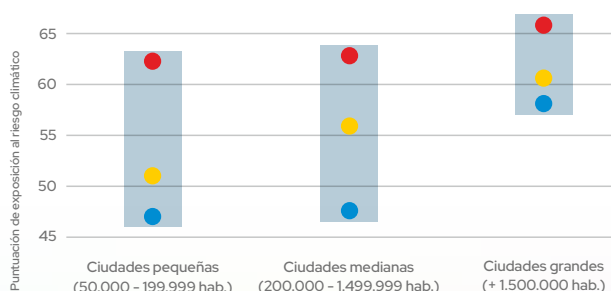


La primera sección de gráficos muestra las emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de actividad y hogares, comparando los datos de España entre los años 2008 y 2022, permitiendo visualizar la evolución temporal de los patrones de emisión en España durante un periodo de catorce años, reflejando los cambios en la actividad económica, las políticas ambien-

tales implementadas y las transformaciones en los hábitos de consumo energético tanto a nivel industrial como doméstico.

En el gráfico de barras se observa que la industria manufacturera y la vivienda aparece en primer lugar, seguida del sector de la energía, riego y saneamiento de agua. A continuación, se muestra el sector de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, seguido por los servicios de transporte y almacenamiento.

## EXPOSICIÓN A LOS RIESGOS RELACIONADOS CON EL CAMBIO CLIMÁTICO



El siguiente gráfico muestra la exposición promedio ponderada a riesgos relacionados con el cambio climático según el tamaño de ciudad y grupo de ingresos del país al que pertenece. Se representan tres categorías de ciudades diferenciadas por tamaño: ciudades pequeñas (con poblaciones entre 200.000 y 350.999 habitantes), ciudades medianas (entre 200.000 y 499.999 habitantes) y ciudades

grandes (entre 1.500.000 habitantes en adelante). Cada categoría se identifica con círculos de colores que representan diferentes niveles de ingresos: ingresos bajos y medio-bajos, ingresos medios y medio-altos, e ingresos altos. El gráfico utiliza una escala de 0 a 100 para medir la exposición al riesgo. Los datos revelan que las ciudades que intensifican el calentamiento provocado por urbanización, edificación y pavimentación asfáltica están asociadas con un patrón común de mayor frecuencia de temperaturas elevadas extremas, contribuyendo al agravante de las islas de calor. La urbanización también incrementa las precipitaciones medias o intensas sobre las ciudades y territorios adyacentes, generando un aumento de las inundaciones. En los cambios costeros, la combinación de capacidad más frecuentes afecta negativamente tanto a sectores económicos como a familias y los fenómenos extremos futuros. Este análisis diferenciado según tamaño de ciudad y nivel de ingresos permite identificar las poblaciones más vulnerables y orientar las políticas de adaptación de manera más eficaz. Por otro lado, el gráfico también muestra que las desigualdades económicas incrementan considerablemente el riesgo especialmente en las ciudades pequeñas y medianas, mientras que en las grandes ciudades el riesgo es más elevado pero las desigualdades son menores.

## IMPACTOS EN LA SALUD DE LAS ALTAS TEMPERATURAS

En cuanto a los impactos en la salud de las altas temperaturas, la infografía presenta diferentes categorías de riesgo ambiental. Se identifican peligros ambientales generales, incluyendo las temperaturas extremas que afectan particularmente a la población vulnerable. Se mencionan los golpes de calor como una amenaza directa para la salud humana. La capacidad individual de hacer frente al riesgo se relaciona con factores como la sensibilidad individual y la capacidad de adaptación. La consciencia del riesgo y saber nadar se mencionan en el contexto de riesgos asociados al agua. Se señalan los puntos de hidratación como elementos importantes para la prevención. El riesgo o exposición a consecuencias negativas para la salud incluye tanto efectos directos como indirectos de las altas temperaturas. La vulnerabilidad social se identifica como un aspecto clave que amplifica los impactos negativos del calor extremo en ciertos grupos poblacionales. Esta aproximación multidimensional al riesgo permite entender que los impactos del calor urbano no afectan por igual a toda la población, sino que están mediados por factores socioeconómicos, demográficos y de acceso a recursos de adaptación. El gráfico también ayuda a comprender como la confluencia de estos factores (temperaturas extremas, estructura urbana y vulnerabilidad) es donde los impactos son mayores.



## VARIACIÓN DE LAS TEMPERATURAS ENTRE DIFERENTES ÁREAS URBANAS Y RURALES

La sección dedicada a la comparativa de temperaturas entre diferentes áreas urbanas y rurales resulta especialmente ilustrativa del fenómeno conocido como isla de calor urbana. El gráfico presenta una línea de temperatura que se superpone a barras que representan diferentes tipos de entornos, desde el área rural hasta la periferia urbana, pasando por áreas residenciales, la ciudad



y nuevamente áreas residenciales hasta llegar a la periferia. La línea de temperatura, representada en color naranja, muestra claramente cómo la temperatura aumenta progresivamente desde las zonas rurales hacia el centro urbano, alcanzando su pico máximo en la ciudad, para luego descender nuevamente hacia la periferia. Las temperaturas oscilan entre aproximadamente 27 y 33 grados Celsius. Este patrón térmico evidencia cómo la concentración de edificaciones, la pavimentación, la reducción de espacios verdes y la intensidad de las actividades humanas en el centro urbano generan un microclima local más cálido que las zonas periféricas y rurales circundantes, con diferencias que pueden alcanzar varios grados centígrados.

## PROCESOS DE INFILTRACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN

El siguiente conjunto de datos aborda la infiltración y evapotranspiración, destacando las diferencias entre ciudad y campo mediante una comparación visual de dos escenarios. En el primer escenario se presenta una cubierta impermeable típica de áreas urbanas densamente construidas, donde la evapotranspiración alcanza solo el 30%, la escorrentía superficial se eleva al 55%, la infiltración superficial se reduce al 10% y la infiltración profunda apenas llega al 5%. En contraste, el segundo escenario muestra una cubierta natural típica de áreas rurales o no urbanizadas, donde la evapotranspiración alcanza el 40%, la escorrentía superficial se reduce al 10%, la infiltración superficial aumenta al 25% y la infiltración profunda alcanza el 25%. Estas diferencias ayudan a comprender el ciclo hidrológico urbano y sus implicaciones en la gestión del agua, las inundaciones urbanas y el microclima local. La urbanización altera drásticamente los procesos naturales del agua, aumentando la escorrentía superficial que puede provocar inundaciones y reduciendo la infiltración que es fundamental para la recarga de acuíferos y el mantenimiento de la humedad del suelo, lo que a su vez afecta a las temperaturas locales y la calidad del aire urbano.



## ISLA DE CALOR URBANA

La sección central de la lámina presenta una representación tridimensional esquemática de un entorno urbano típico que permite visualizar diversos procesos y fenómenos relacionados con el cambio climático y la isla de calor urbana. La ilustración muestra una sección transversal del territorio que incluye desde áreas rurales verdes hasta un núcleo urbano densamente construido, pasando por zonas intermedias. Se pueden observar edificios de diferentes alturas, áreas verdes, cuerpos de agua, y diversos elementos de infraestructura urbana. La imagen incorpora números y símbolos que conectan diferentes elementos visuales con explicaciones textuales sobre los procesos climáticos urbanos. Esta representación espacial permite comprender cómo interactúan los diferentes componentes del entorno urbano con los procesos climáticos, mostrando la complejidad de las relaciones entre el ambiente construido, los espacios verdes, los cuerpos de agua y la atmósfera urbana en el contexto del cambio climático.

La sección sobre formación del domo de calor explica los mecanismos físicos que generan las islas de calor urbanas. Se describen cuatro procesos fundamentales numerados de la A a la D. El primer proceso (A) masa de aire caliente acumuladas en condiciones de estabilidad atmosférica. El segundo proceso (B) tiene que ver con una situación de altas presiones lo que hace que el aire caliente se mantenga en las capas bajas de la atmosfera. El tercero (C) tiene que ver con que el aire comprimido por las altas presiones incrementa su temperatura. El cuarto proceso (D) describe cómo esta falta de movilidad atmosférica causa la acumulación de la contaminación, la conocida como "boina de contaminación". Estos procesos interactúan entre sí creando un efecto acumulativo que eleva las temperaturas urbanas varios grados por encima de las áreas circundantes.



Así pues, el efecto de la isla de calor urbana se explica como un fenómeno de aumento de temperatura que experimentan las ciudades en relación con las áreas circundantes. Con las condiciones atmosféricas antes señaladas se identifican cuatro causas principales numeradas que contribuyen a la conformación de la isla de calor.

La primera causa señala que las superficies artificiales pavimentadas absorben y acumulan calor, calentando así las ciudades. La segunda causa tiene que ver con las emisiones. La tercera causa identifica que el suelo urbanizado tiene menor capacidad para absorber precipitaciones de lluvia. La cuarta causa destaca que la menor naturalización mediante plantas, ríos y masas de agua potencian el incremento de temperatura al perderse estos elementos reguladores naturales. La menor evaporación resultante de la pérdida de estos elementos naturales completa el círculo de factores que intensifican el calentamiento urbano. Este fenómeno no es meramente un inconveniente, sino que tiene consecuencias profundas para la salud pública, el consumo energético, la calidad del aire y la habitabilidad general de las ciudades, especialmente en el contexto del cambio climático que está aumentando las temperaturas base y la frecuencia de eventos extremos de calor. Por lo que las estrategias de mitigación que se plantean frente a las islas de calor urbanas tienen en cuenta tanto los procesos como las causas que las caracterizan.

## URBANIZACIÓN, MATERIALES Y TEMPERATURA

La sección sobre altas temperaturas desarrolla ejemplos en diferentes materiales a una temperatura ambiental de 37 grados. Se presenta una imagen que muestra un entorno urbano típico con árboles, áreas verdes y diferentes superficies. Los datos indican que el asfalto a la sombra alcanza los 30 grados, mientras que el asfalto al sol se eleva hasta 42 grados. El césped a la sombra mantiene una temperatura de 30 grados, mientras que el césped al sol alcanza los 40 grados. El metal a la sombra llega a 36 grados, y el metal al sol se dispara hasta 55 grados. Estas diferencias térmicas entre materiales y entre exposición al sol y sombra demuestran cómo la composición material del entorno urbano y el diseño de los espacios influyen decisivamente en

el confort térmico y la habitabilidad de los entornos urbanos. La presencia de vegetación y sombra emerge como un factor clave para la moderación de temperaturas, mientras que los materiales artificiales como el metal y el asfalto tienden a alcanzar temperaturas extremadamente elevadas que contribuyen al efecto de isla de calor y pueden representar riesgos directos para la salud de las personas que los tocan o permanecen cerca de ellos.



## ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN

En cuanto a las estrategias de mitigación y adaptación, esta sección se divide en dos categorías. La primera categoría se centra en la renaturalización, promoviendo soluciones basadas en la naturaleza. Se proponen medidas específicas como los minibosques sostenibles y refugios climáticos que pueden proporcionar áreas de descanso y enfriamiento. Se sugiere la recuperación de espacios de trabajo para crear áreas más verdes y habitables. Las cubiertas verdes en edificios se presentan como una solución innovadora para reducir temperaturas y mejorar el aislamiento. Los muros vegetales y jardines verticales se proponen como alternativas para incorporar vegetación en espacios urbanos limitados.

La segunda categoría se enfoca en intervenciones más directas sobre la infraestructura urbana. Se propone el cambio de pavimento tradicional por alternativas más sostenibles que reflejen mejor la radiación solar y permitan mayor infiltración de agua. La renaturalización de cauces urbanos se presenta como una estrategia para recuperar funciones ecológicas y mejorar la gestión del agua urbana. Finalmente se menciona la movilidad y accesibilidad sostenible como un componente integral de las estrategias de adaptación urbana. Estas estrategias representan un enfoque integrado que reconoce la necesidad de transformar el diseño y funcionamiento de las ciudades para hacerlas más resilientes frente al cambio climático y más habitables para sus residentes.

