RESUM EXECUTIU

10.11.2015
INICI

22.03.2018
FINAL

Estudi dels impactes del canvi climàtic a Barcelona

BR
BARCELONA REGIONAL
AGÈNCIA DESENVOLUPAMENT URBÀ

1. El canvi climàtic

2. Les onades de calor

3. Cicle de l’aigua

4. Fluxos energètics

5. Inundabilitat urbana

6. Biodiversitat

7. Inundabilitat marítima

8. Perill d’incendis

9. Efecte illa de calor

10. Qualitat de l’aire

11. Riscos i infraestructures

Estudi dels impactes del canvi climàtic a Barcelona

El canvi climàtic és un dels grans reptes mundials del segle XXI, que requereix d'una actuació immediata i a tots els nivells. Les ciutats tenen un paper destacat en aquesta lluita, ja que són generadores del 70 % de les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH).

Actualment moltes ciutats estan adequant la seva agenda per adoptar mesures destinades a reduir les emissions de GEH, a minimitzar la dependència de les energies fòssils, a millorar l'eficiència i reducció dels fluxos metabòlics i a incrementar la resiliència. I Barcelona no n'és una excepció. Recentment s'ha aprovat el **Pla Clima de Barcelona**, amb la finalitat de millorar la qualitat de vida i la sostenibilitat de la ciutat.

El Pla Clima és una visió integradora a nivell municipal de les mesures per fer front al canvi climàtic, que permeti assolir els objectius del nou Pacte d'Alcaldes i Alcaldesses per l'Energia i el Clima que ha signat l'Ajuntament de Barcelona.

El Pla Clima té un horitzó temporal l'any 2030 i s'estructura en 4 grans eixos estratègics: mitigació, adaptació i resiliència, justícia climàtica i impuls a l'acció ciutadana

Dins de l'eix estratègic **d'adaptació i resiliència** i amb l'objectiu de saber els efectes associats al canvi climàtic, Barcelona Regional va fer l'**Estudi dels impactes del Canvi Climàtic a Barcelona**, on es van tractar els següents temes:



Capítol 0	**Introducció al Canvi Climàtic**
Capítol I	**Efecte illa de calor**
Capítol II	**Onades de calor**
Capítol III	**Inundabilitat urbana**
Capítol IV	**Inundabilitat marítima**
Capítol V	**Biodiversitat**
Capítol VI	**Incendis forestals**
Capítol VII	**Qualitat de l'aire**
Capítol VIII	**Cicle de l'aigua**
Capítol IX	**Fluxos energètics**
Capítol X	**Risc sobre les infraestructures**

1 El canvi climàtic



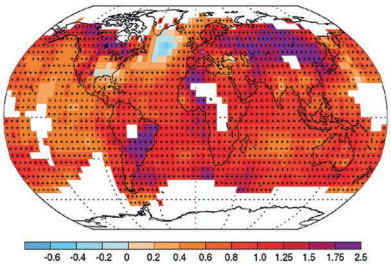
El **clima de la Terra té una variabilitat natural** i ha anat canviant al llarg dels anys. Durant els 4.600 milions d'anys de vida de la Terra, el clima del planeta ha oscil·lat entre períodes més càlids que l'actual i èpoques molt fredes (glaciacions) durant les quals extenses àrees del planeta estaven cobertes de gel. Actualment estem en un període entre glaciacions.

Tot i això, la paleoclimatologia indica que **l'actual canvi climàtic no té precedents històrics comparables**. Per una banda, perquè les **causes no són naturals** i, per l'altra, perquè **el ritme de canvi de paràmetres com la concentració de CO_2** o la **temperatura és molt ràpid**. La capacitat i velocitat que tenim els humans per injectar a l'atmosfera gasos amb efecte d'hivernacle no és comparable a cap procés natural anterior.

El canvi climàtic **és una realitat** i està **ocasionat** sobretot per la **crema de combustibles fòssils** (carbó, petroli i gas) lligada a la industrialització i al desenvolupament dels segles XIX i XX.

El **5é informe del Panell intergovernamental d'experts sobre canvi climàtic** (IPPC) evidencia l'inequívoc increment mitjà de la temperatura de l'aire i els oceans, els canvis en el règim de precipitacions, el desglaç generalitzat i l'augment del nivell del mar a escala global.

Segons l'Organització Mundial de Meteorologia la temperatura mitjana global del planeta ha augmentat 1,1ºC des del període preindustrial i 0,83ºC respecte al període de referència del 1961–1990.



Canvi en la temperatura anual mitjana 1901–2012. Font: Intergovernmental Panel on Climate Change.

Com afecta el Canvi Climàtic a Barcelona?

El clima actual de Barcelona s'emmarca dins d'un clima mediterrani litoral que es caracteritza per unes **temperatures mitjanes anuals suaus** (17,6ºC), amb estius calorosos i uns hiverns moderadament freds. Té una **pluviometria relativament baixa** (600 mm anuals) i **molt variable**, concentrant-se les pluges a la tardor i a la primavera.

El futur climàtic de Barcelona dependrà de les accions que s'adoptin a partir d'ara. Això és un ventall força gran d'opcions, però que s'han sintetitzat en **dos possibles escenaris climàtics**:



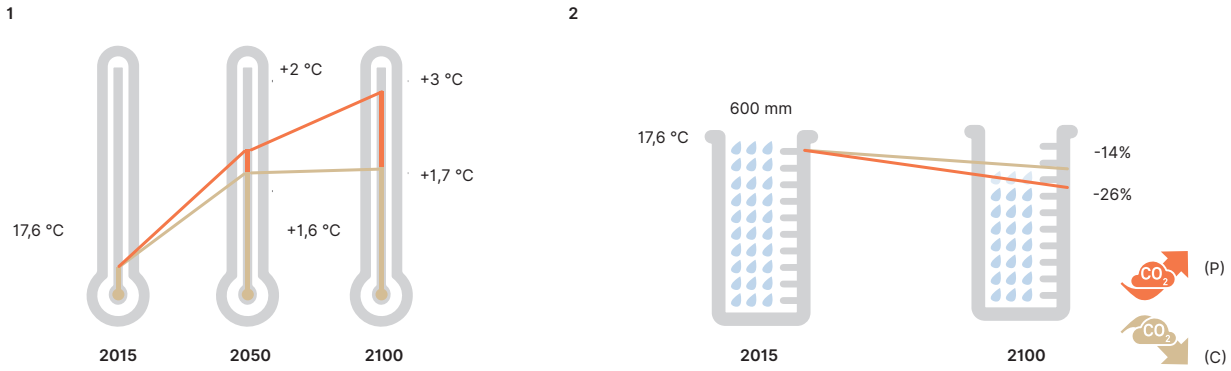
Escenari compromès (o RCP4.5) en què s'assoleixen els compromisos de l'Acord de París del 2015. L'augment màxim de la temperatura global del planeta seria entre +1,5ºC i 2ºC.



Escenari passiu (o RCP8.5) en el fet que no s'aplica cap mesura i es continua emetent GEH al ritme actual. Es preveu un augment de la temperatura global del planeta molt superior als 2ºC.

En **l'escenari compromès** es preveu un augment de temperatura a Barcelona de +1,6ºC a mitjans de segle i de +1,7ºC a finals de segle, i una reducció de la precipitació del -14 % a finals de segle.

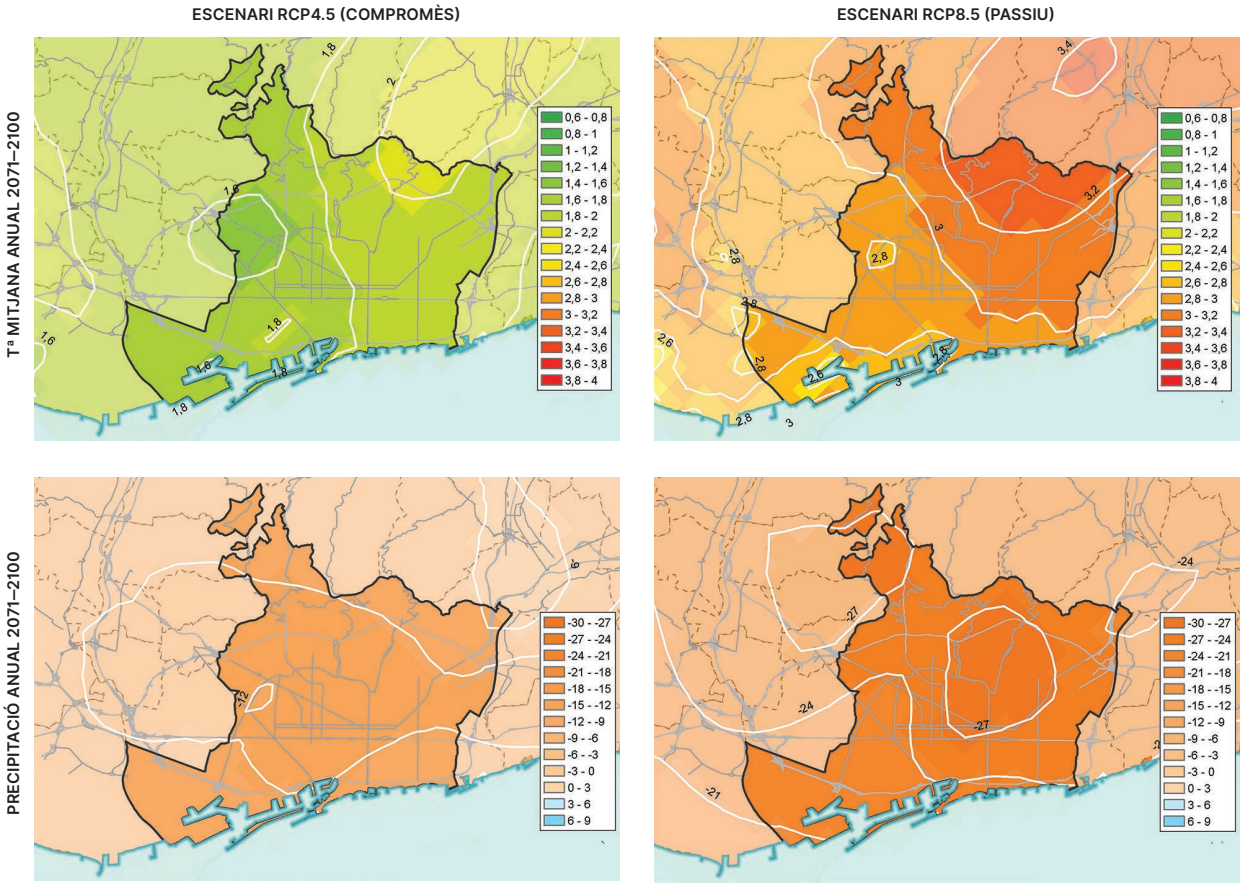
En **l'escenari passiu**, els efectes seran més accentuats, amb un increment de la temperatura a la ciutat de +2ºC a mitjans de segle, que arribaria als +3ºC a finals de segle. La reducció de la precipitació serà de -26 % respecte a la pluviometria actual a finals de segle.



1. Augment de la temperatura; 2. Disminució de la precipitació. Font: Pla Clima. Ajuntament de Barcelona.

Un dels principals efectes del canvi climàtic a la ciutat de Barcelona està relacionat sobretot amb **l'augment de la calor**, que té efectes directes sobre la salut de les persones, sobre la qualitat de l'espai públic, sobre el medi natural i sobre la infraestructura verda. També suposarà disposar **menys recursos hídrics** i paradoxalment també un **increment d'inundacions**.

Altres incidències del canvi climàtic són l'increment del nivell del mar a l'àmbit litoral, un **agreujament del perill d'incendis**, significatius canvis en les **demandes energètiques**, efectes sobre la qualitat de l'aire, els canvis en la **biodiversitat** dels nostres ecosistemes, o efectes sobre la resiliència de les **infraestructures**, entre altres.



Variació de la temperatura i precipitació al 2071–2100 en l'escenari. Font: AMB, SMC, BR.

2 Les onades de calor



En el cas de **Barcelona**, es considera **onada de calor** quan les temperatures màximes superen els **33,1 ºC durant tres dies consecutius o més**.

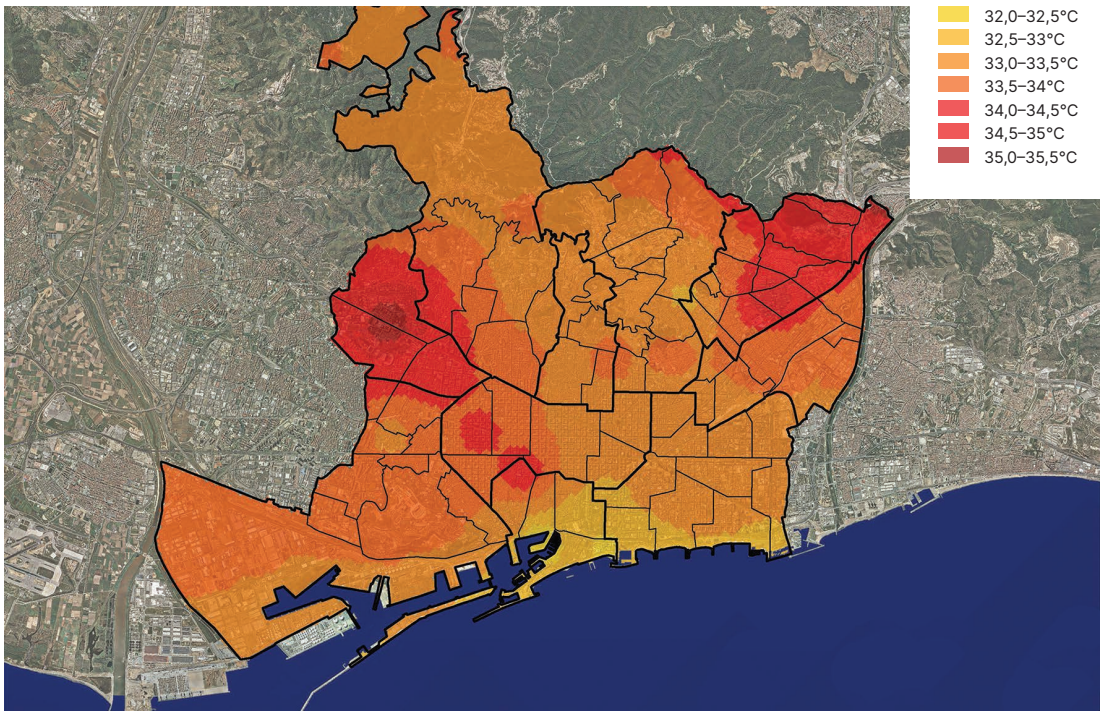
La calor excessiva i sostinguda comporta **un augment de la mortalitat i la morbiditat**, especialment en els grups **més vulnerables**, com la gent gran, els nadons, persones amb discapacitat física o intel·lectual que tenen limitada la mobilitat i l'autocura, persones amb patologies cròniques i les que viuen en condicions socials precàries.

S'han comptabilitzat **9 onades de calor a la ciutat en els últims 35 anys però 6 onades en els darrers 16 anys**. **L'onada de calor de l'any 2003** es considera un dels pitjors desastres d'**Europa**. Aquesta onada va afectar mitja Europa i **va contribuir a la mort de 72.210 persones**. A **Barcelona** el nombre de defuncions associades a aquesta onada de calor fou de **1.587**, un **42 % més que la mitjana** dels 4 anys anteriors.

Les onades de calor del 2012 i 2015

De l'anàlisi en detall de les onades de calor de l'agost del 2012 i del juliol del 2015 es desprèn que **les temperatures diürnes més elevades** es localitzen als districtes de **Les Corts, Eixample Esquerra, Nou Barris i Ciutat Vella**. Per contra, les zones amb temperatures menys elevades se situen a la zona del litoral, concretament a la Barceloneta i el Poble Nou gràcies a l'efecte termoregulador del mar (brisa d'aire marítim, menys càlid que el terrestre durant el dia).

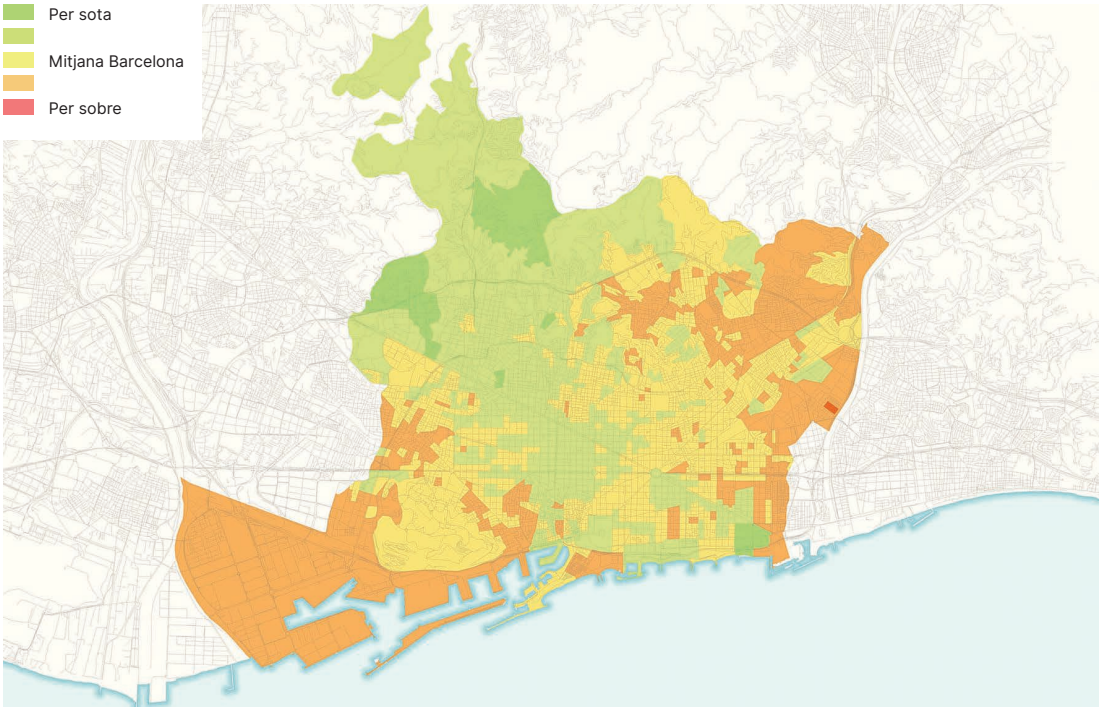
A la nit, però, la situació fa un tomb i esdevé oposada a la de dia: **les temperatures més altes són a la franja costanera** i les més baixes són als barris més elevats de Collserola El centre de la ciutat és on la diferència entre la temperatura de dia i de nit és més baixa.



Onadas de calor del juliol del 2015.

Vulnerabilitat dels barris de Barcelona

La vulnerabilitat de la ciutat davant les onades de calor (considerant la població de més de 75 anys, comportament energètic dels edificis més afectats per les onades de calor, la manca de vegetació i l'indicador socioeconòmic de formació insuficient) permet obtenir un **mapa de vulnerabilitat global** on destaquen **els barris propers al Besòs, part d'Horta i Guinardó, el Poble-Sec, la Barceloneta i gran part del districte de Sants–Montjuïc.**



Vulnerabilitat donant les onades de calor.

Situació futura per efecte del canvi climàtic

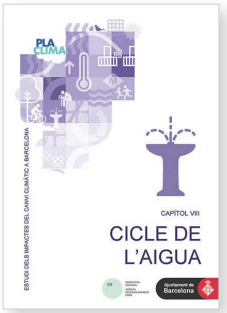
Amb el canvi climàtic s'observa una tendència **a incrementar tots els paràmetres relacionats amb els increments de temperatura així com la seva extensió**.

	AVUI (SITUACIÓ ACTUAL)	DEMÀ (FINALS DE SEGLE)	
Onada de calor: les temperatures màximes superen els 33,1 °C durant tres dies consecutius o més	1 Onada de calor/ 4 anys	2 x8 Onades de calor/ anys	4-5 x16 Onades de calor/ anys
Dia càlid T°>30°C	22 dies càlid / any	50 x2 dies càlids / any	80 x16 dies càlids / any
Dia tòrrid T°>35°C	1 dia tòrrid / 2 anys	2,5 x5 dies tòrrids / any	8,5 x4 dies tòrrids / any
Nit tropical T°>20°C	38 nit tropical / any	83 x2 nits tropicals / any	112 x17 nits tropicals / any
Nit tòrrida T°>25°C	1 nit tòrrida / any	2,5 x2 nits tòrrides / any	6 x3 nits tòrrides / any

Escenari compromès Escenari passiu

Evolució dels paràmetres de temperatura.

3 Cicle de l'aigua



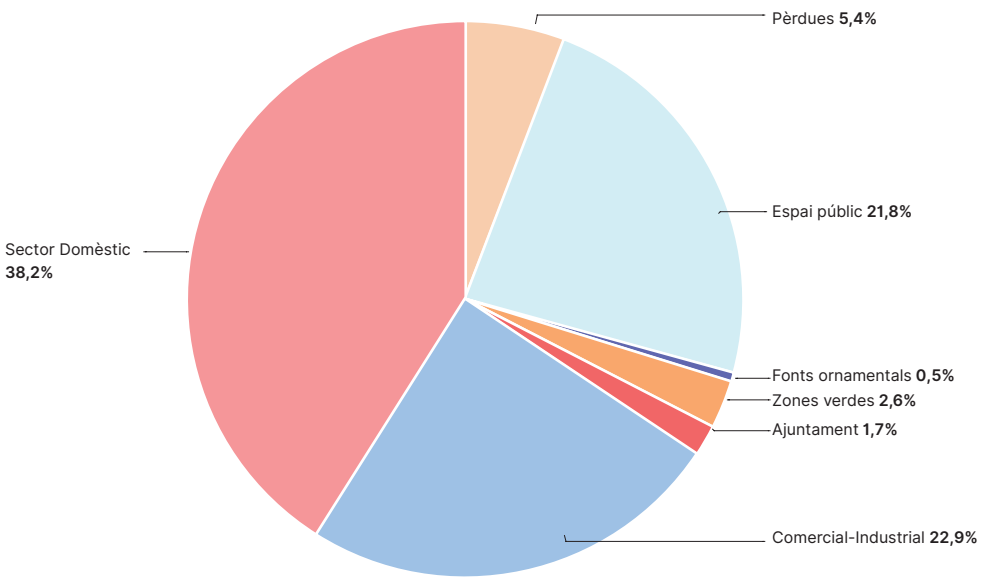
Cada any entren a Barcelona uns **200 hm³**, provinents de l'aigua de pluja (31 %), de l'aigua subterrània (9,5 %) i de l'aigua potable subministrada per xarxa (59,5 %).

La ciutat té una **demanda d'aigua potable 117 hm³/any** que s'abasteix per una xarxa metropolitana, ja que no es poden cobrir exclusivament amb els recursos hídrics propis de l'entorn pròxim. Per això, una part important de l'abastament de la ciutat es realitza amb recursos d'altres conques, com la del Ter (54 hm³/any, tota ella superficial), del Llobregat (56 hm³/any, dels quals 38 hm³/any són d'aigua superficial i 18 subterrània) i de la dessalinitzadora (7 hm³/any).

Els sistema d'abastament és deficitari (si s'exclouen les dessaladores), ja que **1 any de cada 4 els recursos són inferiors** o molt propers a la demanda. La garantia d'abastament és d'1 any.

Els **consum principals d'aigua a Barcelona** estan associat al sector domèstic (38,2 %, que utilitza aigua de qualitat potable, i al sector comercial–industrial (22,9 %) que utilitza aigua de qualitat potable i aigua freàtica.

A l'espai públic, es recull una part important de l'aigua de pluja així com l'aigua subterrània o potable que s'utilitza per la neteja dels carrers o el manteniment dels espais verds o fonts ornamentals (21,8 %).



Consum total d'aigua (2012).

Situació futura per efecte del canvi climàtic

L'efecte que podria tenir el canvi climàtic en el cicle de l'aigua és una **lleugera disminució dels recursos hídrics** i, sobretot, una variabilitat més gran de la seva disponibilitat (augment dels períodes de sequera i de les possibles inundacions) i un augment lleu de la demanda. Tot això agreujaria el dèficit en l'abastament que la ciutat ja pateix.

A més del canvi climàtic cal tenir en compte el **«canvi global»**: l'increment de superfície forestal («aforestació») per l'abandonament de l'activitat agroramadera augmenta el retorn de l'aigua a l'atmosfera via evapotranspiració i això, al capdavall, redueix el cabal d'aigua circulant.

Diferents estudis com «Efectes del Canvi Climàtic en el Cicle de l'Aigua a l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB, 2015)» estimen que hi haurà una reducció del 12 % dels recursos superficials dels rius Ter i Llobregat i del 9 % dels recursos subterranis del Llobregat i Besòs per al 2050. D'altra banda s'estima que hi haurà un increment del 4 % de la demanda per als diferents usos de la ciutat.

Per tot plegat(reducció del recurs i increment de la demanda) **hi haurà necessitat de recurs addicional d'aigua potable** de 34 hm³/any per a l'AMB que, per a Barcelona, **s'ha quantificat en 18hm³/any.**

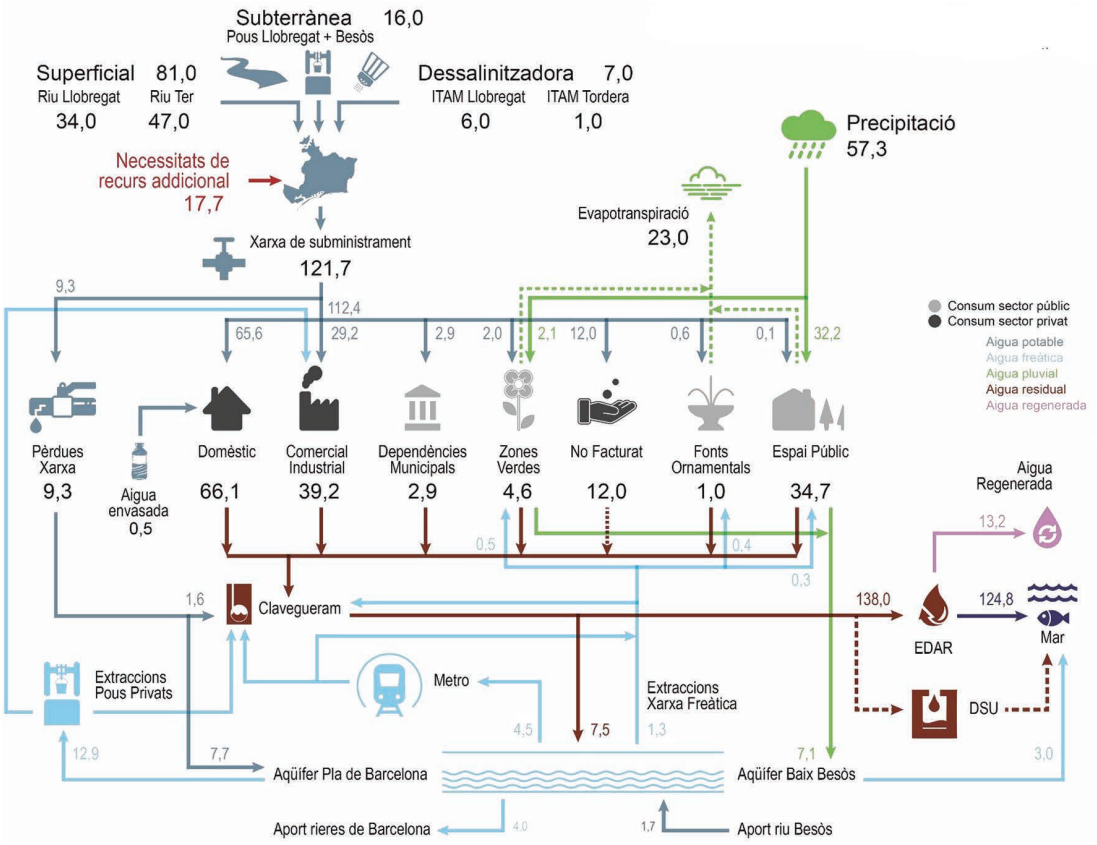
Mesures d'adaptació

Es va cap a un replantejament del cicle de l'aigua per a fer-lo més eficient. Entre les alternatives de futur destaquen:

- **Explotació dels recursos locals, sobretot els subterranis.**
- **Aprofitament de les aigües pluvials.**
- **Ús d'aigües residuals regenerades.**
- **Augmentar l'eficiència en el consum.**

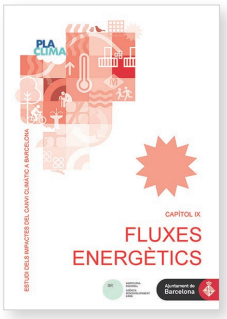
Aquestes mesures són d'aplicació més fàcil en l'àmbit municipal per als usos en què no cal aigua potable: reg dels espais verds, neteja de carrers, neteja de contenidors o neteja de clavegueram, per exemple.

Barcelona compta amb un **«Pla Tècnic per a l'aprofitament dels Recursos Hídrics alternatius a Barcelona»** (actualment en revisió)que té com a principal objectiu la reducció del consum d'aigua potable per part dels serveis municipals. Els seus reptes són: incrementar l'aprofitament d'aigües subterrànies, promoure els sistemes de drenatge urbà sostenible, establir criteris per a l'aprofitament d'aigües pluvials, estudiar l'ús de l'aigua regenerada i de les possibilitats d'ús de les «aigües grises» en edificis.



Esquema de recursos hídrics a mitjans del segle XXI, en el context del canvi climàtic.

4 Fluxos energètics



El clima influencia la quantitat d'energia que es consumeix i l'ús final d'aquesta. En aquest treball s'ha analitzat la incidència dels consums energètics en el sector residencial i terciari, pels escenaris compromès i passiu.

Mesures d'adaptació

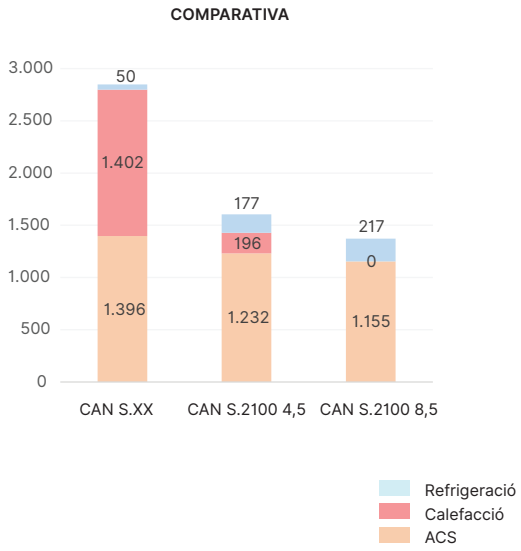
L'augment de la temperatura que es preveu en l'escenari «passiu» dibuixen una caiguda dràstica del consum de **calefacció** a mesura que ens apropem a l'any 2100 que podria arribar al consum nul o quasi nul. En canvi, segons l'escenari «compromès» les reduccions del consum estarien entre el **50 %–86 %** a finals de segle.

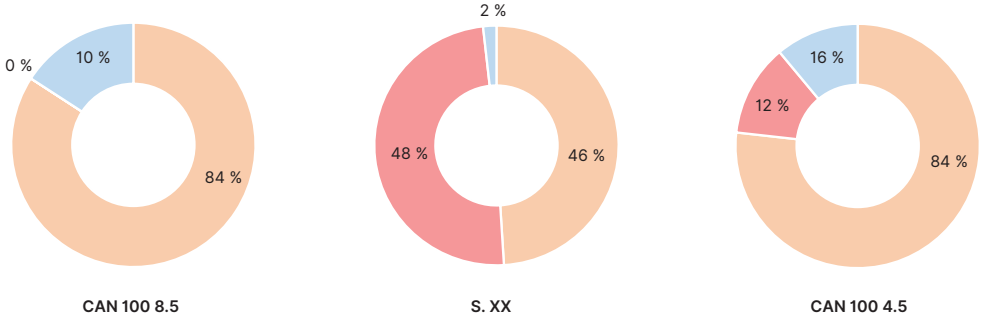
El consum per la producció d'Aigua Calenta Sanitària (ACS) del sector residencial també es redueix pels efectes del canvi climàtic però en un grau menor. Les projeccions indiquen que per l'escenari «passiu» la reducció podria arribar al 17 % del consum actual i per al «compromès» seria un 7 %.

La **refrigeració** és, en canvi, l'únic ús tèrmic que experimenta consums superiors en escenaris de canvi climàtic. L'augment de consum d'aire condicionat en el sector residencial en l'escenari «passiu» i per a finals de segle, seria d'un **77 %** considerant els equips de refrigeració actuals. En canvi, si es considerés el consum derivat de la compra generalitzada de nous equips els augments que s'obtindrien podrien arribar a ser del **333 %** respecte el consum actual. Aquests increments percentuals tot i ser molt elevats, parteixen d'una situació actual on el consum d'aire condicionat del sector residencial és baix, sobretot si es compara amb altres consums tèrmics com l'ACS i la calefacció. S'ha fet una anàlisi en detall per territorialitzar els efectes del canvi climàtic.

Els resultats obtinguts a finals de segle conclouen que **el consum energètic per a usos tèrmics al sector residencial** (calefacció, ACS i refrigeració) disminuiria entre el **-44 %** i el **-56 %** per als escenaris «compromès» i «passiu», respectivament. Desglossat per tipus de consum, cal significar que puja molt el total de refrigeració, baixa lleugerament el d'ACS i baixa dràsticament el de calefacció.

Aquesta variació respecte al consum total del sector domèstic seria del **-25 %** i del **-29,6 %** respectivament si es comparen respecte el consum energètic per a tots els usos del sector residencial (consums tèrmics, il·luminació, electrodomèstics, etc.). Aquestes disminucions són molt importants i es justifiquen principalment per la reducció dràstica del consum de calefacció.





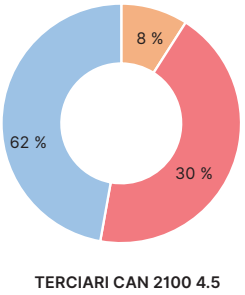
CAN 100 8.5 S. XX CAN 100 4.5

Sector terciari (comerços i serveis)

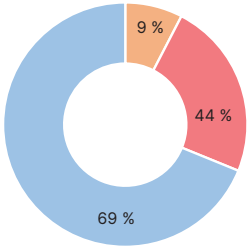
A diferència del sector domèstic, aquest sector **incrementaria el consum atribuïble a la despesa tèrmica**. Això ocorre, sobretot, perquè la previsió del consum d'aire condicionat s'espera que sigui molt superior al que es preveu en el sector domèstic i la davallada del consum de calefacció inferior a la del sector residencial.

Concretament, la **davallada del consum energètic és molt minsa per a l'ACS** (entre el -3 % i el -7 % al 2100) però **notable per a la calefacció** (entre el -23 % i el -40 % al 2100). En un sentit oposat**, l'increment del consum lligat a la refrigeració serà molt rellevant** (entre el +28 % i el +62 % al 2100).

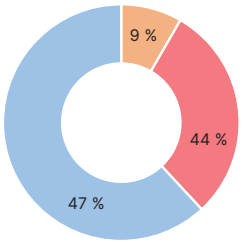
El consum d'energia per a **usos tèrmics** del sector terciari augmentaria lleugerament per l'efecte del canvi climàtic en un **+4 %** per l'escenari «compromès» o un +11 % per a l'escenari «passiu». En canvi, si es consideren tots els usos d'energia del sector terciari, la variació seria menor i l'increment estaria en l'interval de l'**+1,4 %** i el **+4,3 %**.



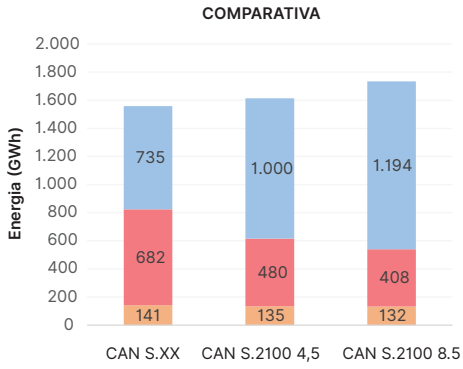
TERCIARI CAN 2100 4.5

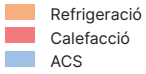


TERCIARI CAN 2100 8.5



TERCIARI S.XX

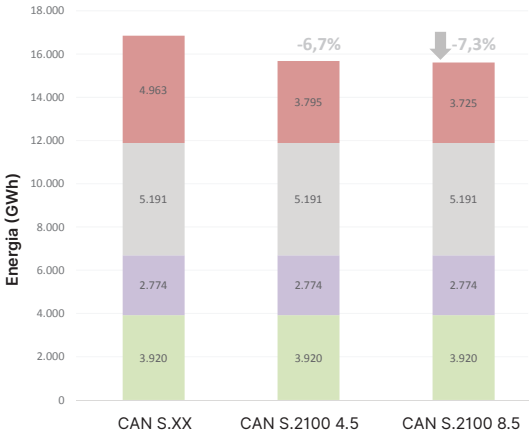




Comparació amb el consum global (residencial, terciari, transport i industrial)

Considerant invariants pel canvi climàtic els 2 últims les projeccions indiquen que en l'escenari «compromès» la reducció del consum es situaria en un -6,7 % del consum actual, i que per l'escenari «passiu» aquesta reducció podria arribar a representar el -7,3 % del consum actual. **O sigui que el canvi climàtic comportaria la reducció del consum energètic global associat a la reducció del consum tèrmic.**

Malgrat la disminució global del consum energètic, es podria produir un canvi en els patrons de consum dels ciutadans i s'augmentaria la demanda d'electricitat principalment per la necessitat de climatització elèctrica i també pels nous consums de la mobilitat elèctrica, fet que comportaria una necessitat més alta d'infraestructures de distribució a la ciutat.





Estudis dels impactes del canvi climàtic a Barcelona

8.

Lleuger augment del ja elevat perill d'incendi actual

Les zones més pròximes a Collserola així com les barris de Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes seran les zones amb major perill incendi tenint en compte el canvi climàtic.

11.

Les infraestructures més afectades pel canvi climàtic són les xarxes de sanejament

L'increment del perill d'inundacions (fluvials i urbanes) i l'augment del nivell del mar (amb la conseqüent afecció dels sobreeixidors) fa que la xarxa de sanejament es vegi afectada més sovint en un context de canvi climàtic.

10.

Augment en la concentració de les partícules en suspensió (PM_{10}) per efecte del canvi climàtic

Si mantenim la tecnologia actual, a finals de segle poden augmentar fins a un 41 %–60 % els dies d'alta concentració de partícules. L'increment de dies és menor en el cas del diòxid de nitrogen, amb un 22 %, mentre que en el cas de l'ozó troposfèric l'increment és força baixa, amb un 13%.

1.

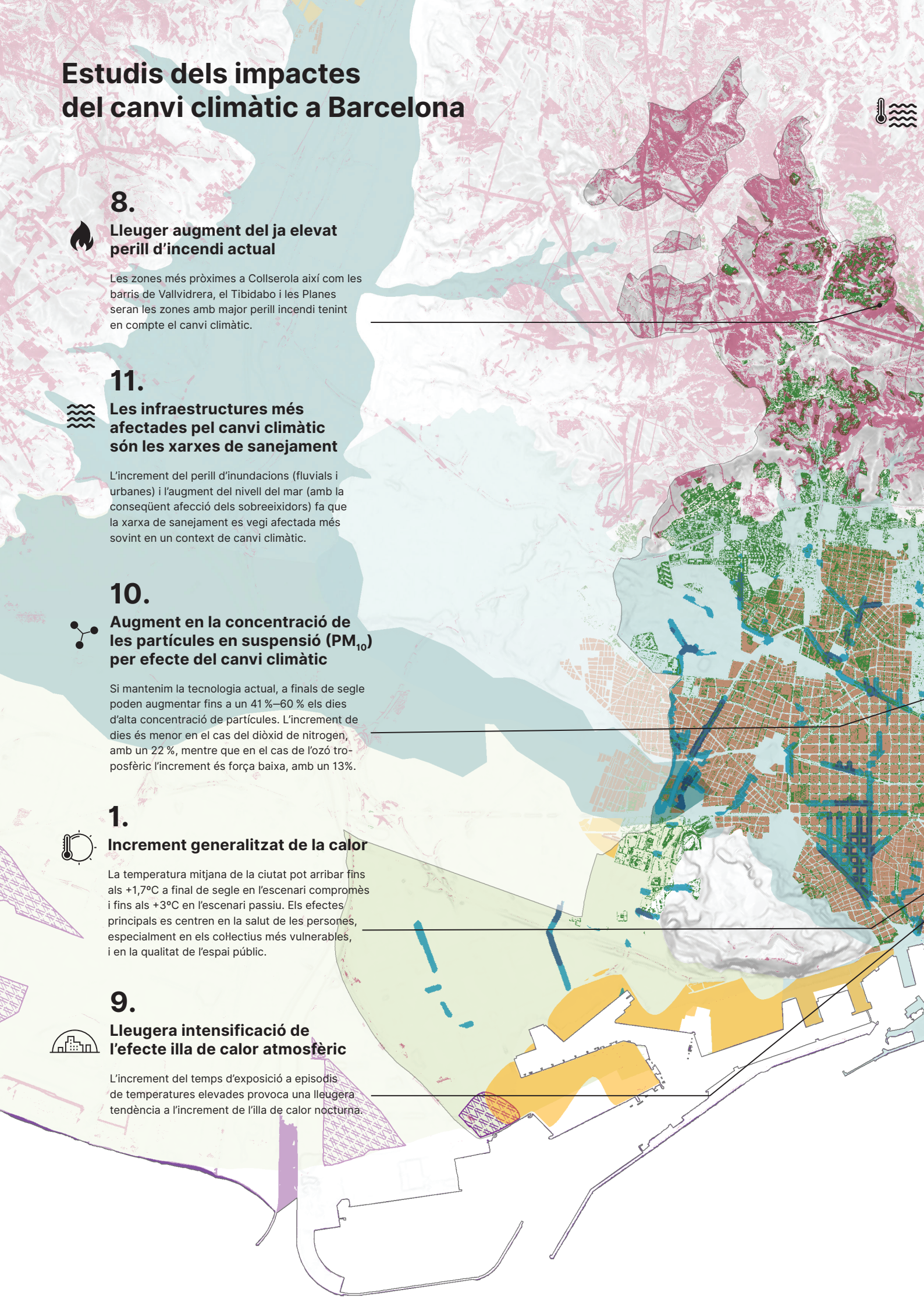
Increment generalitzat de la calor

La temperatura mitjana de la ciutat pot arribar fins als +1,7ºC a final de segle en l'escenari compromès i fins als +3ºC en l'escenari passiu. Els efectes principals es centren en la salut de les persones, especialment en els col·lectius més vulnerables, i en la qualitat de l'espai públic.

9.

Lleugera intensificació de l'efecte illa de calor atmosfèric

L'increment del temps d'exposició a episodis de temperatures elevades provoca una lleugera tendència a l'increment de l'illa de calor nocturna.



2.

Les onades de calor podrien multiplicar-se per 8 a finals de segle en l'escenari compromès

Actualment Barcelona té 1 onada de calor cada 4 anys. Aquest fenomen podria passar a 2 onades de calor per any a finals de segle en l'escenari compromès o a 4–5 onades per any en l'escenari passiu.

3.

El canvi climàtic comportarà una reducció dels recursos hídrics

La reducció de les pluges i sobretot la variabilitat d'aquestes, farà que a mitjans de segle, en l'escenari compromès el sistema d'abastament d'aigua potable, tingui un dèficit de 18 hm^3/any. El paper dels aqüífers serà fonamental per a resoldre aquesta mancança.

4.

Caiguda dràstica del consum de calefacció, però increment de l'ús tèrmic per refrigeració en tots els escenaris

A finals de segle el consum de calefacció pot arribar al consum quasi nul (en l'escenari passiu) o en una reducció del 50–80 % en l'escenari compromès. El consum de refrigeració, en canvi, podria augmentar fins a un +77 % en l'escenari passiu.

5.

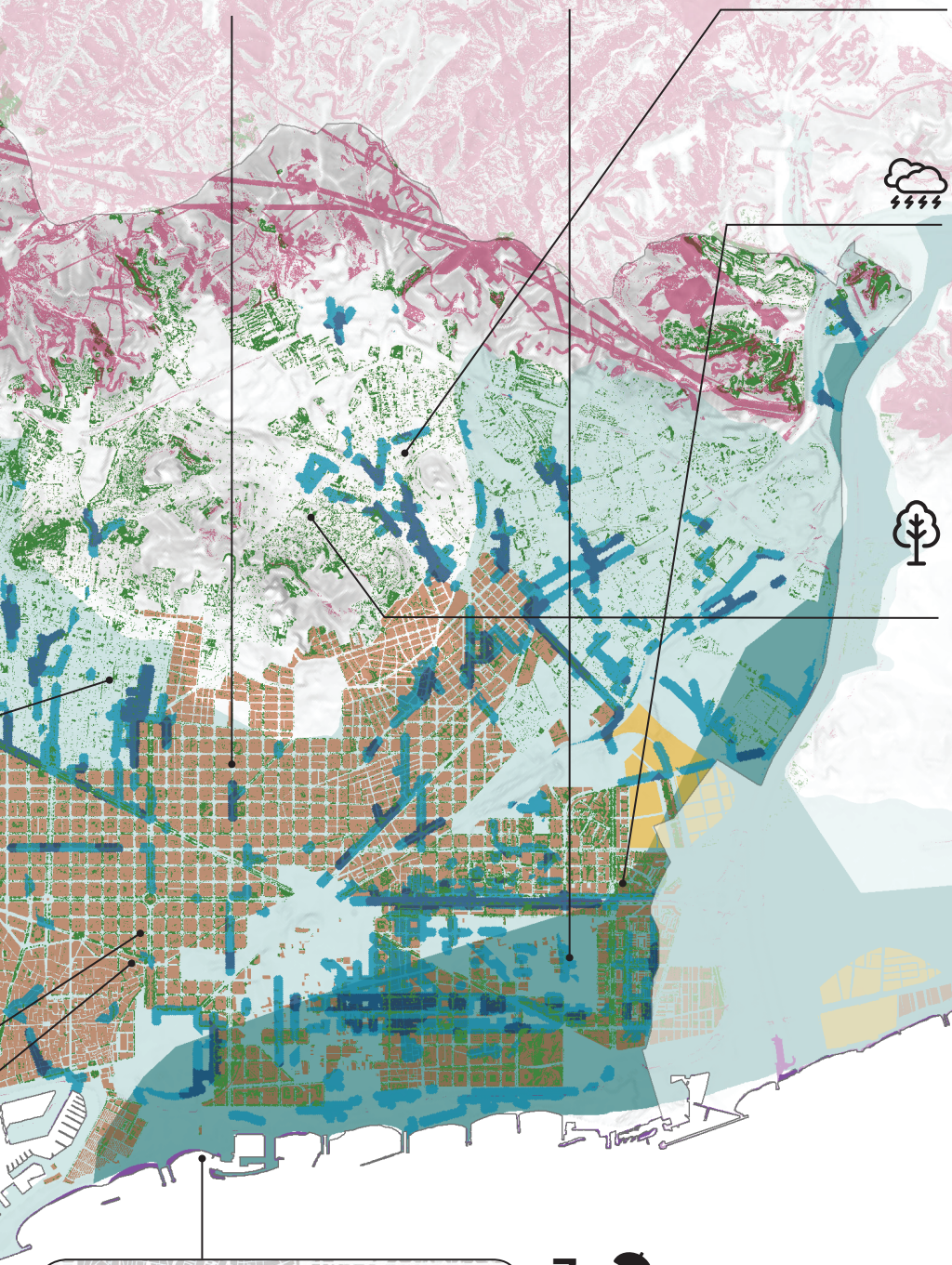
El canvi en el règim pluviomètric comportarà un augment del perill d'inundabilitat urbana

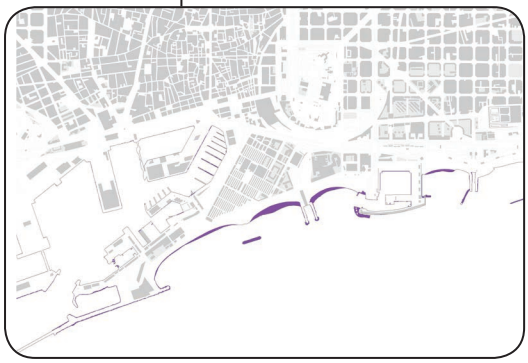
L'increment de la intensitat de les pluges comportaré un empitjorament d'algunes zones ja afectades per la inundabilitat, com l'entorn del Parallel, Poblenou, l'eix de la Diagonal, Sant Andreu, Badal o Sant Martí.

6.

Increment de la durada del període vegetatiu de 5 a 11 dies

La reducció de la precipitació i l'allargament dels períodes de sequera provocarà a més a més, que les plantes que no són regades un estrès hídric, pèrdua de vitalitat i una més gran vulnerabilitat a patir plagues i malures.





7.

Les platges més vulnerables a l'augment del nivell del mar són les platges de ponent: Sant Sebastià i Barceloneta

L'augment del nivell mig del mar, unit als temporals marítims, pot tenir certes conseqüències sobre les platges i les infraestructures portuàries. A les platges de ponent és on la reducció de la zona de sorra és major i on en episodis de temporal l'aigua pot arribar al passeig marítim.

Perill d'incendi
- Molt alt

Presència de vegetació
- Presència de vegetació en teixits

Teixits vulnerables per altes temperatures
- Industrials
- Residencial

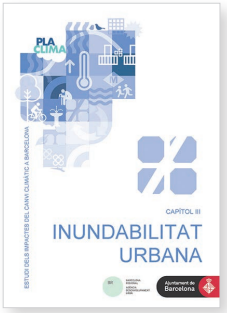
Teixits vulnerables per precipitació intensa
- Industrials

Inundabilitat urbana (Escenari passiu)
- Alta
- Molt alta
- Inundació litoral a 1 m

Aqüífers
- Zones de recàrrega principal

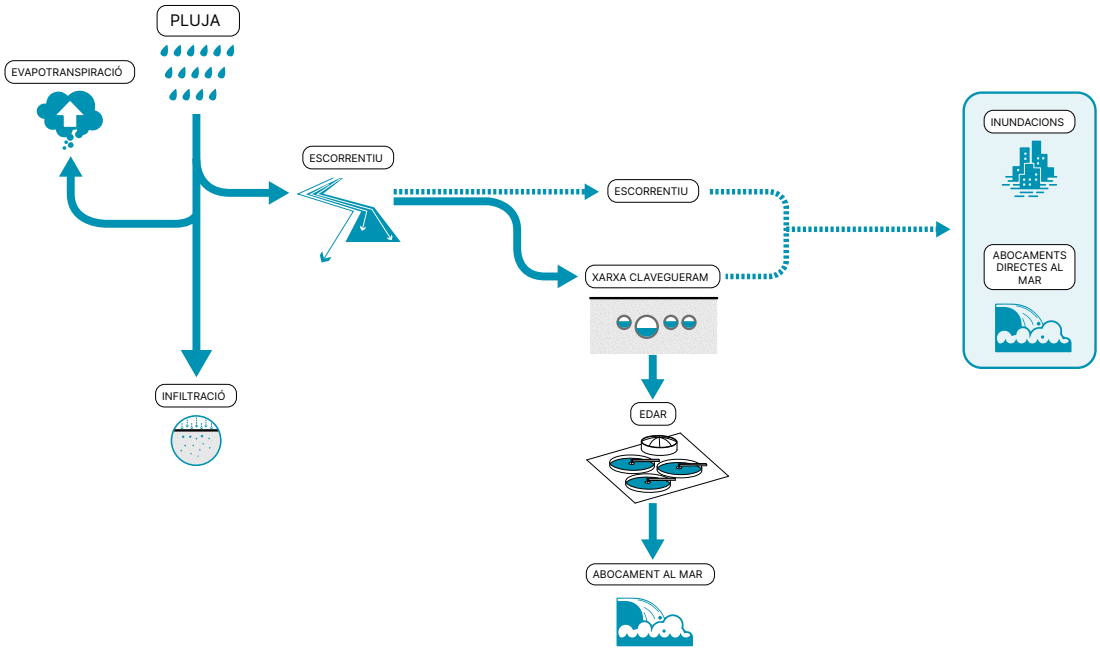
Masses d'aigua subterrànies
- Baix Besòs i Pla de Barcelona
- Delta del Llobregat

5 Inundabilitat urbana



Barcelona es troba encaixada entre la serralada de Collserola, el mar i dos rius, el Besòs a llevant i el Llobregat a ponent. El seu **nucli urbà** havia estat **solcat per una multitud de torrents i rieres** que han estat canalitzades. La gran majoria eren conques hidrogràfiques independents amb l'excepció de les tributàries del Besòs o del Llobregat.

El **perill d'inundació** per manca de drenatge a Barcelona està condicionat pel perfil del terreny, l'alt grau d'impermeabilització i l'artificialització dels cursos naturals d'aigua. Aquest efecte es veu **incrementat per les característiques del clima mediterrani**, que es caracteritza perquè concentra la major part de les pluges en pocs episodis d'alta intensitat, concentrats.



Esquema del Cicle de la pluja.

Els factors que potencien el perill d'inundabilitat urbana de Barcelona són tant naturals com artificials:

- Clima mediterrani que concentra la majoria dels litres de pluja anuals en pocs episodis d'alta intensitat de precipitació, especialment a la tardor i a la primavera.
- Serralada elevada pròxima al mar que afavoreix els processos convectius de precipitació.
- Pendents elevats als sectors urbans pròxims a Collserola i a Montjuïc.
- Planes de pendents suaus o nuls per on passen o desemboquen bona part dels cursos d'aigua que s'originen a Collserola.
- Nivell molt elevat d'impermeabilització de la ciutat i artificialització (canalització, desviaments, etc.) dels antics cursos naturals d'aigua.
- Elevat grau d'impermeabilització de la ciutat que incrementa l'escorrentiu i afecta la forma i la temporalitat d'aquest. Entre l'any 1956 i l'any 2009 Barcelona va augmentar la seva superfície impermeable en més de 2.800 ha (d'un 45 % a un 72 % sobre el total del municipi).

Efectes del canvi climàtic en la inundabilitat de Barcelona

Un dels principals efectes del canvi climàtic serà **un canvi en el règim pluviomètric**. La majoria de projeccions porten a un augment de la intensitat de pluges, a una concentració dels episodis extrems i a una reducció en la precipitació mitjana anual. Això faria incrementar els cabals circulants en superfície i el clavegueram i posaria a prova el sistema de drenatge de la ciutat.

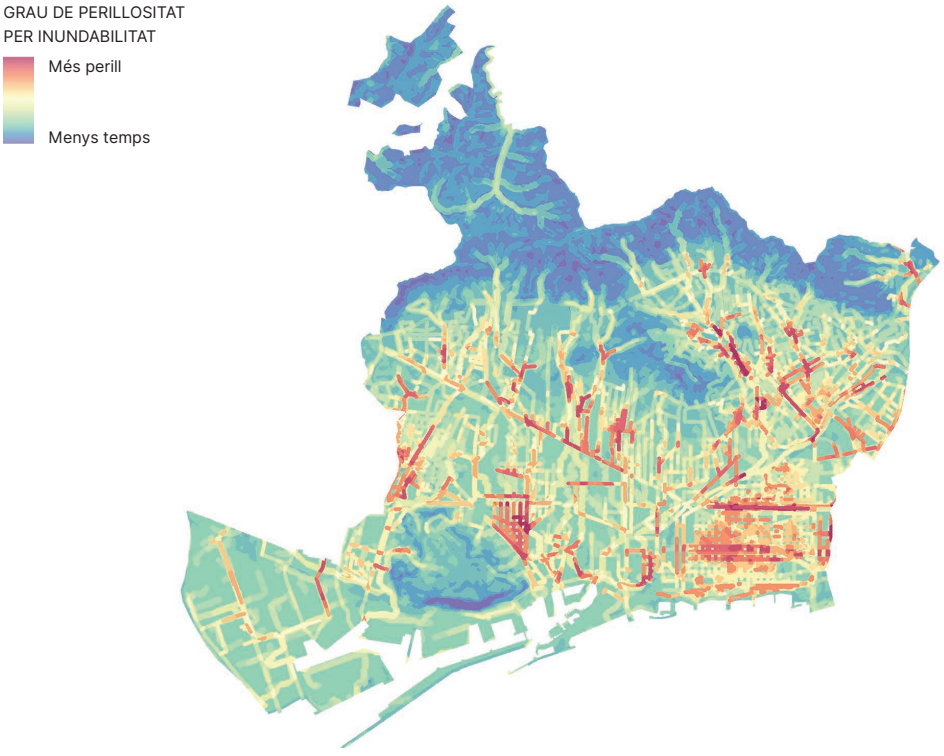
Per altra banda, el canvi climàtic també comportarà un **increment del nivell del mar** que en condicions extremes faran que els sobreeixidors no funcionin correctament i es provoquin sobre elevacions a la xarxa i desbordaments en superfície que, al capdavall, inundin els carrers.

Localització de les zones de més perill d'inundació futura

Les zones amb més perill d'inundació són les de menor capacitat de drenatge de la xarxa, de pendent més baix i de superfície de conca més gran mentre que, les menys perilloses són, lògicament, les de característiques oposades.

Actualment i per a pluges amb un període de retorn de 10 anys, la xarxa de clavegueram presenta un funcionament correcte—tot i funcionar a pressió en alguns trams—però en **els 2 escenaris de futur analitzats es preveuen desbordaments en alguns punts**.

En aquest sentit, es posa de manifest la fragilitat del sistema en els àmbits del Poblenou, de l'eix de la Diagonal, de Sant Andreu, de Badal i de Sant Antoni.



Consum total d'aigua (2012).

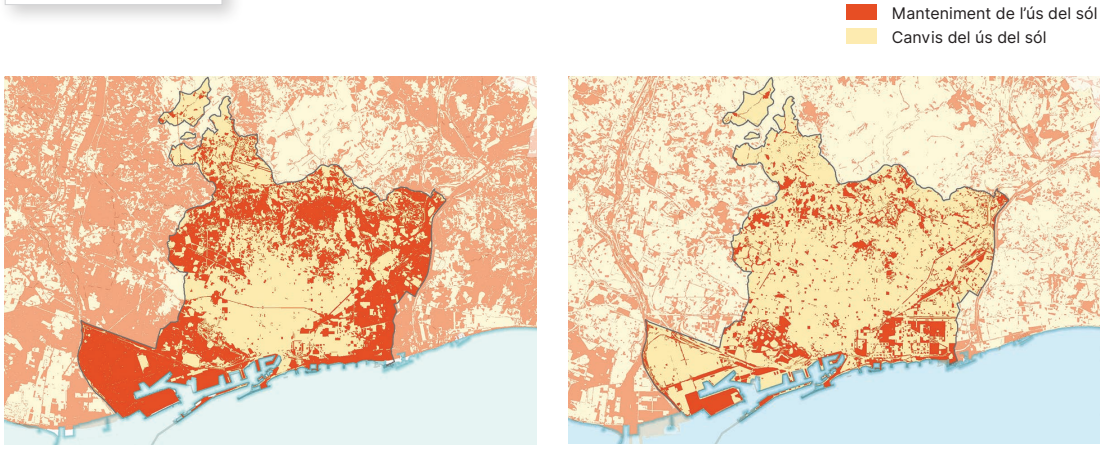
Malgrat aquests impactes detectats, cal dir que des d'una escala local, el grau d'incidència sobre les causes del canvi climàtic, és relativament baix. No sorgeixen noves zones crítiques, sinó que en alguns casos s'agreugen alguns casos que actualment ja tenen problemes d'inundabilitat.

6 Biodiversitat



El canvi dels usos del sòl, el deteriorament dels hàbitats, la fragmentació del paisatge, l'augment de la contaminació atmosfèrica o les invasions biològiques s'erigeixen com les principals causes de la pèrdua de biodiversitat i, en el context de canvi global, on el canvi climàtic està inclòs, es preveu un increment dels efectes sobre la biodiversitat.

Actualment hi ha consens sobre la pèrdua de diversitat biològica, tant de poblacions, com d'espècies, d'hàbitats i paisatges a Europa.



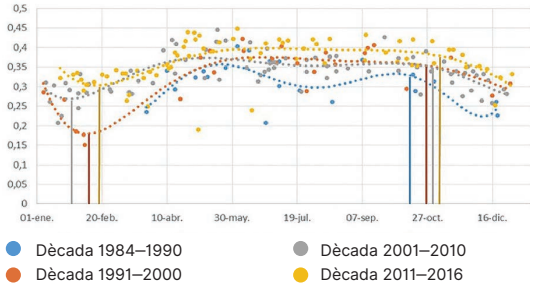
Canvis en els usos del sól en els períodes 1956–2000 i 2000–2009.

Efectes del canvi climàtic

En el cas de Barcelona, s'observa que en els darrers anys s'ha **incrementat la durada del període vegetatiu de 5 a 11 dies**. És especialment rellevant l'allargament del període vegetatiu a la tardor, d'entre 25 i 36 dies motivat per les altes temperatures i les pluges estacionals que causen rebrotades. Aquests valors són més alts en els parcs que no pateixen estrès hídric que en l'arbrat viari o en la vegetació de la muntanya de Collserola—subjectes a les contingències meteorològiques variades i irregulars—.

L'increment de la productivitat vegetal per l'augment del diòxid de carboni (CO_2), de bracet amb el de les temperatures i **l'allargament del període vegetatiu**, podrien provocar **desacoblaments fenològics entre espècies** relacionades ecològicament i afectar processos com la migració, la pol·linització o la dispersió de les llavors.

La reducció de la precipitació i l'allargament dels períodes de sequera **provocaria a les plantes** estrès hídric, pèrdua de vitalitat i que siguin més **vulnerables a patir plagues i malures**. Tot plegat, podria generar un reguitzell d'impactes a través de tot l'ecosistema que podria incloure **l'expansió d'algunes espècies**, la **desaparició** d'altres, **canvis en la distribució geogràfica** (altitudinal i latitudinal) i migracions que, si es produïssin, farien canviar l'estructura i composició de les comunitats.



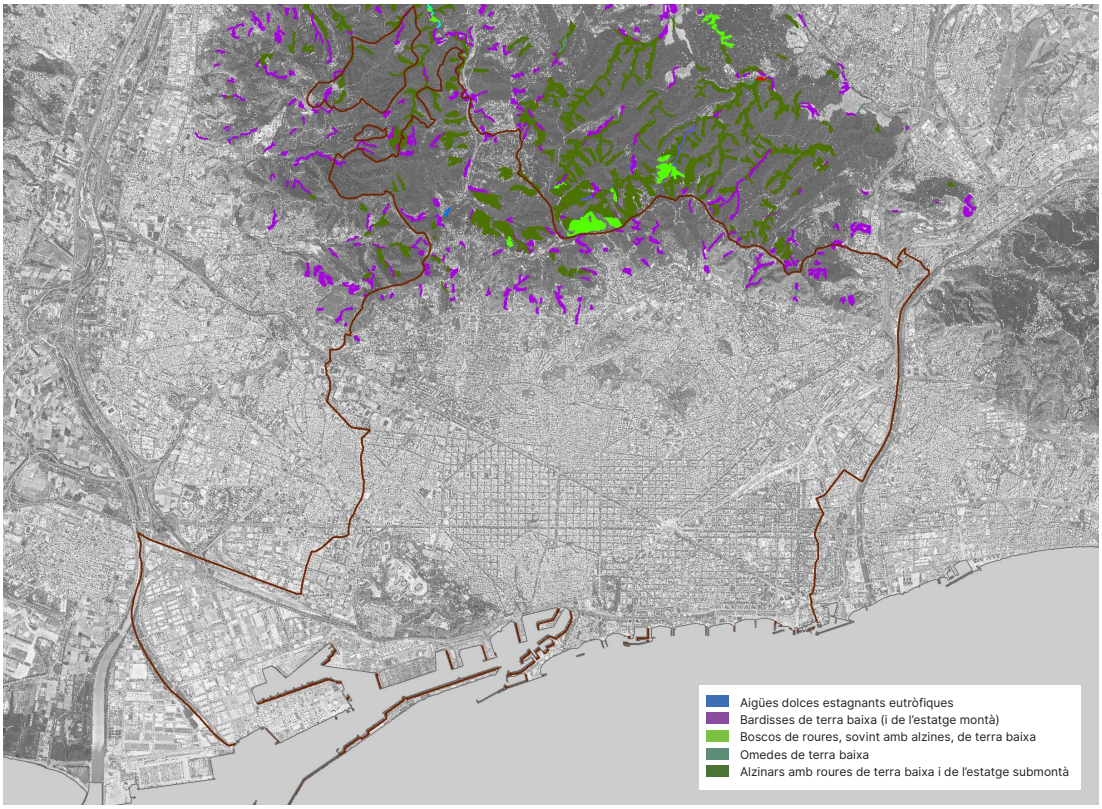
Evolució interanual de la mitja d'NDVI per dècades al Parc de la Ciutadella de Barcelona.

L'efecte del canvi climàtic sobre les **masses d'aigua** de Barcelona es preveu que sigui lleu perquè la majoria són **artificials** i l'aigua els que prové de la xarxa d'abastament, bàsicament dels sistemes Ter i Llobregat. Ara bé, les **zones humides** són més vulnerables als efectes del canvi climàtic ja que l'aigua els prové de la pluja, l'escolament superficial o del nivell del freàtic. Aquest seria el cas del sot de la Foixarda o del Pantà de Vallvidrera que podrien veure reduït el seu volum d'aigua. Si mai s'assequessin, l'impacte sobre la biodiversitat seria molt elevat.

Quant a la **fauna** es pot dir que els **peixos, els amfibis i les papallones serien els grups biològics més afectats negativament pel canvi climàtic**. Alguns estudis preveuen l'extinció local de moltes espècies de **peixos** en rius de conca i règim mediterranis. El barb cua-roig *(Barbus haasi)* té en el pantà de Vallvidrera i en l'aportació de la depuradora de Les Planes uns elements de resiliència per a compensar la pèrdua de cabal dels torrents i les rieres.

Un altre dels grups més amenaçats pel canvi climàtic són els amfibis, sobretot les espècies més vinculades als tolls temporals—que podrien disminuir—o les vinculades a hàbitats humits o frescals com la salamandra *(Salamandra salamandra)*. Les poblacions de Montjuïc i del Laberint d'Horta-Pa-lau de les Heures i podrien ser resilients gràcies a les condicions millors per superar períodes de sequera prolongats.

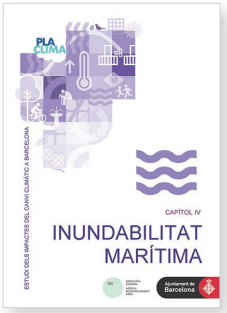
Quant als **ocells** que han canviat la distribució geogràfica els canvis no semblen estar estrictament relacionats tant amb el canvi climàtic com sobretot amb els canvis d'usos del sòl, bàsicament amb la conversió de sòl agrícola en sòl forestal o urbà. Això no obstant, s'observen canvis com l'avan-çament de la migració a la primavera o el retard en la tardor.



Hàbitats més vulnerables al canvi climàtic.

Contràriament, en un escenari de canvi climàtic, algunes de les espècies que causen plagues seran **beneficiades** per l'escalfament global. A tall d'exemple, el **mosquit tigre** *(Aedes albopictus)* ha tingut una expansió molt ràpida durant les dues últimes dècades. Petits ruixats l'afavoreixen i podria transmetre virus perillosos. Altres espècies de plaga com els mosquits, les paneroles, les cotorretes de pit gris *(Myiopsitta monachus)* o els múrids (rates i ratolins) estan augmentant les seves poblacions i, de retruc, provoquen un increment del risc de transmissió de malalties de les quals són transmissors.

7 Inundabilitat marítima



L'augment del nivell mig del mar pot tenir certa incidència per les característiques geogràfiques i climàtiques de la zona de Barcelona. La variabilitat dels temporals marítims o les variacions de vent i de pressió també tenen un paper molt rellevant. Això podria tenir **conseqüències sobre les platges i les infraestructures portuàries**.

La inundació provocada per l'augment del nivell del mar es calcula a partir de la **cota d'inundació**. Aquesta està determinada per tres paràmetres: la pujada localitzada del nivell mitjà del mar que provoca una inundació permanent; la marea i els canvis de pressió i de vent que generen una inundació potencial; i, finalment, l'efecte de l'onatge que provoca una inundació extrema.

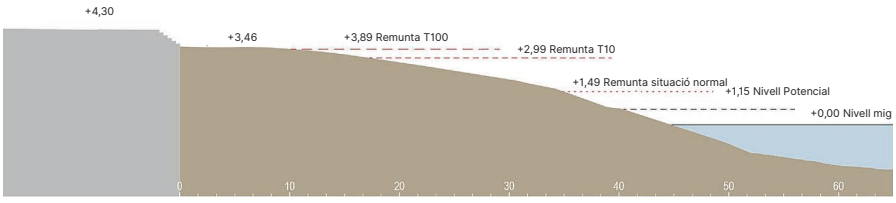
Actualment, l'onatge és el responsable d'originar les problemàtiques més importants en el litoral barceloní quan existeixen episodis extrems de temporals.

Efectes del canvi climàtic

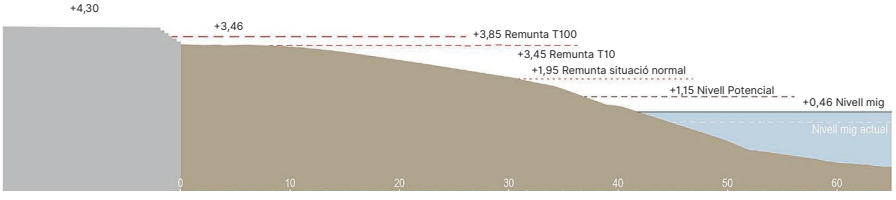
Les projeccions climàtiques indiquen que, **hi haurà un augment general del nivell mig del mar** motivat tant pel desgel masses polars com per l'expansió volumètrica que se'n deriva. Aquest augment diferirà en funció de la regió. A més també es preveu que **els esdeveniments extrems siguin més freqüents**, tot i que la seva magnitud no variarà gaire. En el cas de Barcelona, el que abans s'associava a períodes de retorn de 50 anys, s'associarà a períodes de 35 anys vers l'any 2050.

A nivell del nostre litoral, les aproximacions revelen que molt probablement hi hagi **triple efecte** al litoral conseqüència del canvi climàtic**: augment del perill d'inundació** (sobretot a finals de segle), **canvis morfològics a les platges** pels canvis en les tendències d'orientació de l'onatge i l'increment de nivell del mar que modificaran els processos d'aportació i pèrdua de sediments, i **una exposició més alta de les infraestructures portuàries**, amb una major agitació interior dels ports i amb episodis d'ultrapassament en aquestes infraestructures.

Les **platges més vulnerables de Barcelona són les platges de ponent**, com la platja de Sant Sebastià i la platja de la Barceloneta, on la reducció de zona de platja és major i on en episodis de temporal l'aigua pot arribar al passeig marítim.



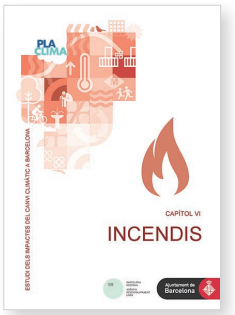
Escenari ACTUAL.



Escenari RCP4.5 (2100).

Escenari actual i futur de la platja de Sant Sebastià.

8 Perill d'incendis



Barcelona és una ciutat de clima mediterrani, amb temperatures càlides a l'estiu i suaus a l'hivern i una variació pluviomètrica anual notable. La pluja, a més, es concentra a la primavera i a la tardor. L'època de l'any menys plujosa—estiu—és també la més càlida i es produeix un dèficit hídric molt notable que té com a conseqüència un increment destacat del perill d'incendi forestal.

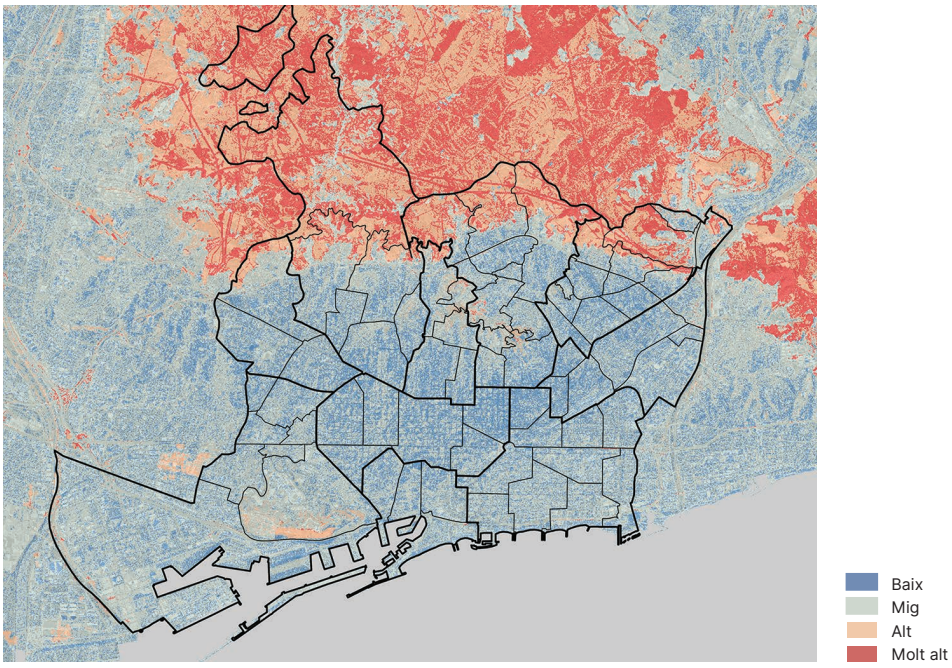
Segons les dades de l'IPCC, l'entorn mediterrani és l'àmbit europeu amb més risc d'incendi. Per altra banda, les projeccions climàtiques metropolitanes confirmen aquest increment del perill d'incendis a Barcelona.

Efectes del canvi climàtic

L'augment de les temperatures i la disminució de la precipitació per causa del canvi climàtic potenciaran l'estrès hídric i la inflamabilitat de la vegetació i, per tant l'augment del perill d'incendis. Per saber la **incidència que pot tenir el canvi climàtic** en el perill d'incendis a Barcelona, Barcelona Regional ha elaborat una metodologia pròpia basada en l'anàlisi de la idoneïtat topo-climàtica, els canvis de temperatura i precipitació, el grau de vulnerabilitat de la vegetació i els canvis o substitucions d'unes espècies per altres en determinades zones.

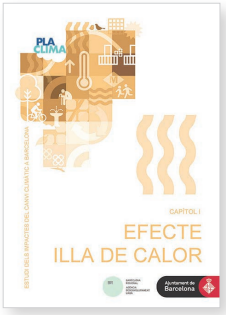
Tenint en compte la variable del canvi climàtic en el **mapa de perill d'incendi** mostra una situació similar al perill d'incendi actual, però amb un augment petit del perill. La variació del perill amb la component del canvi climàtic comporta un empitjorament global de tot el territori metropolità.

En el cas de Barcelona és molt centrat a la zona de Collserola (Vallvidrera, Tibidabo, Les Planes, etc.), barris adjacents (Sant Genís dels Agudells, Montbau, Horta, Canyelles, Torre Baró, etc.) i contraforts. L'àmbit on es preveu que hi haurà un increment del perill més destacat és en el barri de Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes.



Mapa de perill d'incendi futur, inclòs el canvi climàtic.

9 Efecte illa de calor



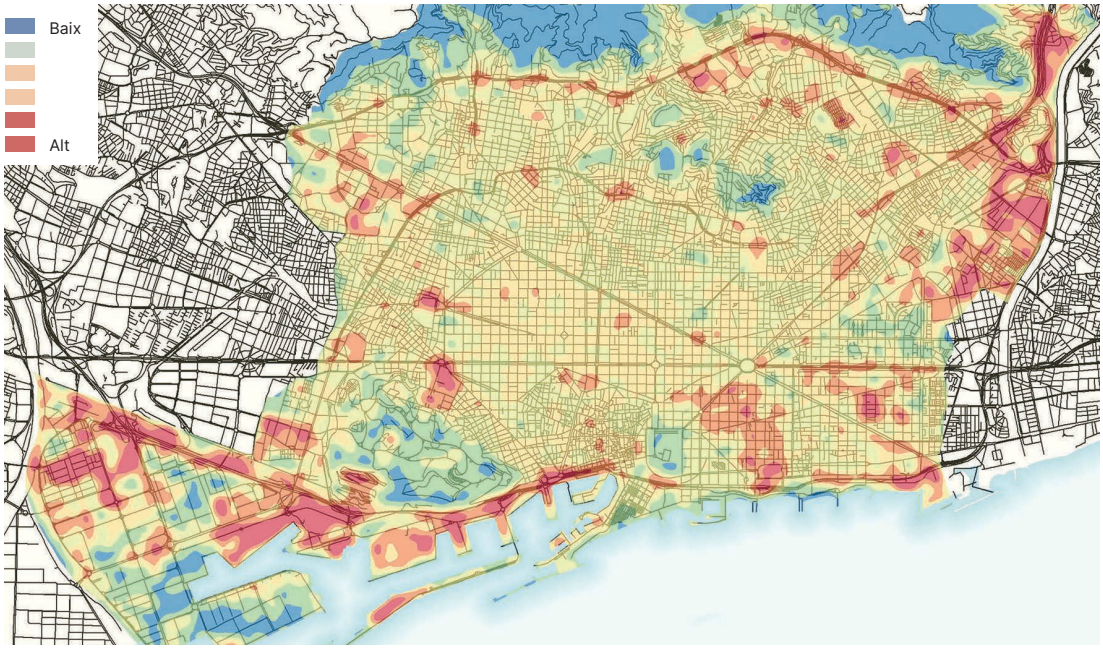
Hi ha **dos tipus diferents d'illes de calor**: la superficial i l'atmosfèrica.

L'illa de calor superficial és la diferència entre la temperatura de la superfície dels nuclis urbans i de les zones rurals adjacents. Els materials urbans absorbeixen i emmagatzemen més energia tèrmica que no pas les zones rurals. Aquest efecte sol ser més intens de dia i a l'estiu.

L'illa de calor atmosfèrica és la diferència de temperatura de l'aire entre la ciutat i el seu entorn immediat. Està molt condicionada per la calor emesa per les superfícies urbanes i, per això, el seu efecte és més pronunciat de nit, quan lentament s'allibera la calor o radiació tèrmica dels materials (paviment, teules, maons, etc.). La zona més calenta sol ser el centre geogràfic del nucli urbà, però hi ha diversos factors (orografia, teixit urbà, meteorologia, etc.) que poden modular l'efecte o desplaçar-ne el centre.

A través d'una aproximació **al potencial d'acumulació de calor de la superfície**, s'identifiquen les zones amb més poder acumulatiu les associades a la Ronda de dalt, Ronda Litoral, el Bon Pastor, Plaça Espanya, el polígon industrial de Zona Franca, la zona portuària o Sant Martí.

Amb tot, a Barcelona l'efecte illa de calor provoca diferències de temperatura entre el centre de la ciutat i els seus voltants de 3ºC a 8ºC.



Potencial d'acumulació de calor.

Efectes del canvi climàtic

El **canvi climàtic intensificarà l'efecte illa de calor, ja que incrementarà el temps d'exposició** a episodis de temperatures elevades i a onades de calor—més freqüents i persistents—, agreujant-ne les conseqüències.

L'anàlisi de les temperatures de Barcelona dels darrers 10 anys ja mostra **una tendència a incrementar** l'efecte illa de calor **en horari nocturn**.

10 Qualitat de l'aire



Malgrat la **qualitat de l'aire de Barcelona i el seu entorn ha millorat en els darrers anys** (des del 2005 per al NO_2 i des del 2006 per al PM_{10}) per les millores introduïdes en els vehicles, la qualitat de **l'aire continua sent un dels problemes ambientals més importants de la nostra ciutat**.

Els contaminants que més preocupen a Barcelona són principalment el diòxid de nitrogen (NO_2) i les **partícules en suspensió** (PM_{10}), i en menor mesura **l'ozó troposfèric** (O_3).

Efectes del canvi climàtic

Les projeccions realitzades indiquen que els efectes del canvi climàtic podrien comportar un **augment en la concentració anual dels tres contaminants analitzats** si es mantingués la tecnologia actual. **L'increment seria alt en les partícules PM_{10}, mitjà en els NO_2 i baix en l'O_3**. Tot i així, hi ha una tendència a la baixa de la mitjana anual d'emissions en els últims anys. Una previsible millora tecnològica i de patrons de consum i de model energètic podrien repercutir de manera significativa en els nivells d'emissions futures.

- Quant a les **partícules en suspensió** (PM_{10}), es preveu que per a finals de segle els dies d'alta concentració s'incrementin fins a un **41 %** o un **60 %** per als escenaris «compromès» i «passiu», respectivament. Com que la mitjana anual actual és de 40 dies, les previsions provocarien un **augment d'entre 16 i 24 dies** per a cadascun dels escenaris
- Pel que fa al **diòxid de nitrogen** (NO_2) es preveu que els dies d'alta concentració, (superació del valor horari de 140 µg/m³ durant almenys dos dies consecutius, en almenys dues estacions de mesura) podrien patir **un increment del 22 % a finals de segle, similar en ambdós escenaris**. Això comportaria afegir uns 7 dies més a l'any als 30 dies de mitjana anual actuals.
- En referència a **l'ozó troposfèric** (O_3) es preveu que l'increment dels dies d'alta concentració (superació del valor horari de 180 µg/m³ o la mitjana 8 horària de 180 µg/m³, durant almenys dos dies consecutius en almenys dues estacions de mesura) pugui patir un increment del **12 %** o el **13 %** per als escenaris «compromès» i «passiu» respectivament. Com que, actualment, la mitjana anual és de 18 dies, això equivaldria a uns **2 i 3 dies més a l'any**, en funció de l'escenari.

Els efectes deleteris addicionals fruit del canvi climàtic podrien quedar contrarestats amb escreix amb la consolidació noves tecnologies, més eficients i, per tant, amb menys emissions. A tall d'exemple, si es generalitzés el vehicle elèctric els òxids de nitrogen (NO_x) es reduirien significativament. Això podria provocar, però, un augment de la concentració de l'ozó (O_3) amb el qual reacciona fotoquímicament.

11 Riscos i infraestructures



El canvi climàtic pot incidir en les infraestructures i serveis de Barcelona. Per determinar el risc que pot comportar en un futur, s'han analitzat els perills de les inundacions fluvials, les inundacions urbanes, l'increment del nivell del mar, els temporals marins i els incendis forestals, tots perills analitzats en els anteriors treballs. L'estudi es centra en càlcul del risc d'afectació de les **infraestructures més estratègiques**: xarxa de sanejament, xarxes viàries i ferroviàries, infraestructures energètiques, xarxa d'abastament d'aigua, platges, aeroport, port i Mercabarna.

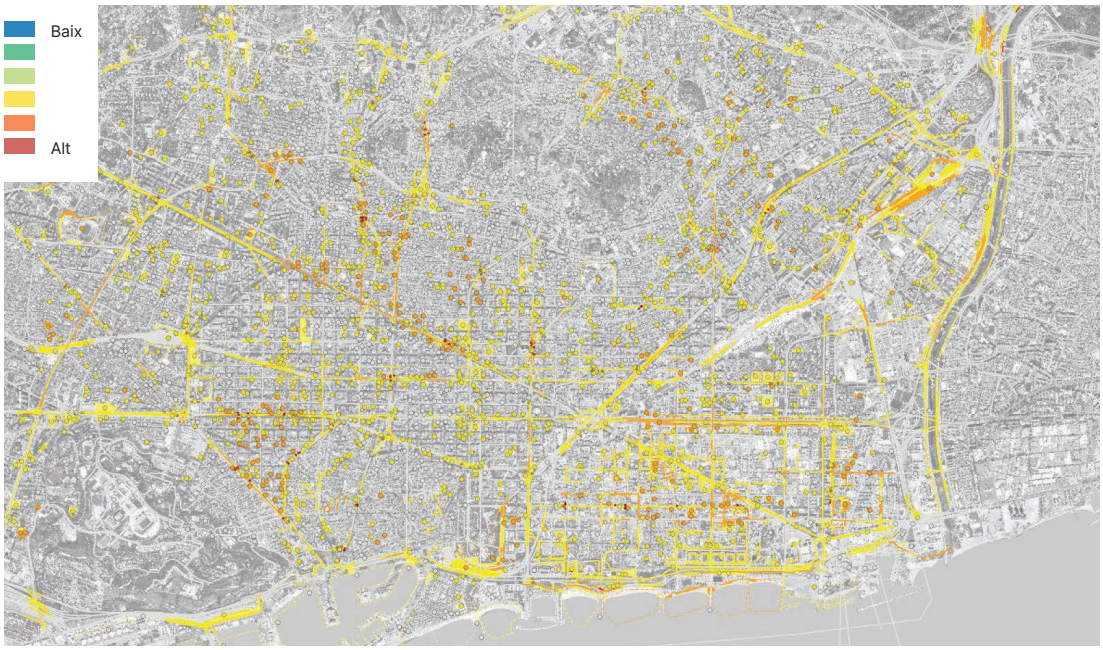
Efectes del canvi climàtic

La **xarxa de sanejament** seria una de les infraestructures que més afectacions tindria, sobretot per l'increment del risc d'inundacions—fluvials i urbanes—i per l'augment del nivell del mar. Els sobreeixidors podrien quedar afectats.

Les **xarxes viàries i ferroviàries** ja actualment estan afectades pel risc d'incendi: 1.000 km (69 %) de viari amb consideració de risc alt i 342 km (39 %) de la xarxa ferroviària. En l'escenari futur s'afectarien per gairebé tots els perills, però especialment pels incendis i les inundacions fluvials i urbanes. En els dos primers casos podrien quedar afectades infraestructures estratègiques d'accés a la ciutat.

Pel que fa a les **infraestructures energètiques** actualment ja estan afectades pel risc, sobretot, pels incendis forestals i el canvi climàtic ho empitjoraria lleugerament. L'afectació es concentra, principalment, en les línies elèctriques del Parc de Collserola però les de més risc es situen a l'àmbit metropolità amb menor incidència sobre Barcelona. Actualment, el risc d'incendi afecta el 96 % de les línies elèctriques aèries i 44 subestacions, totes elles considerades com de risc alt.

Els **serveis bàsics d'aigua i energia** es veurien molt afectats per les inundacions fluvials, sobretot per efecte de l'arrossegament sobre infraestructures soterrades.



Risc d'equipament per inundació urbana.

COORDINACIÓ

Irma Ventayol. Tècnica de medi ambient de l' Ajuntament de Barcelona–Oficina de Sostenibilitat. Ecologia Urbana

Ares Gabàs. Responsable del Programa de Resiliència Urbana GA d'Infraestructures i Coordinació Urbana. Hàbitat Urbà, Ajuntament de Barcelona.

Marc Montlleó. Biòleg / Director de l'Àrea de Medi Ambient i Eficiència Energètica, Barcelona Regional (BR)

EQUIP TÈCNIC

Alan Alguacil. Geògraf

Pere Alzina. Biòleg

Gustavo Arévalo. Enginyer ambientòleg

Albert Carbonell. Biòleg

Jacob Cirera. Ambientòleg

Gemma Conde. Ambientòloga

Aleix Coral. Enginyer de Camins, Canals i Ports

Jordi Fuster. Enginyer de Camins, Canals i Ports

Hèctor Grau. Geògraf i tècnic GIS

Pablo Hernández. Tècnic medi ambient i GIS

Jose Lao. Enginyer industrial

Daniel Lorca. Projectista

Javier Morales. Enginyer industrial

Marçal Palma. Geògraf

Emili del Pozo Trias. Tècnic de GIS

Gustavo Rodríguez. Enginyer industrial

Itzel Sanromà. Ambientòloga

Laura Vergoñós. Ambientóloga i tècnic GIS

I el suport tècnic i administratiu de Barcelona Regional

COL·LABORACIONS

Servei Meteorològic de Catalunya (SMC)

Agència de Salut Públic de Barcelona (ASPB)

Barcelona Cicle de l'Aigua (BCASA)

Document V1,
Setembre 2019.

© IMATGES
© TEXTS

BR–Barcelona Regional

Cap part d'aquesta publicació, incloent-hi el disseny general i la coberta, no pot ser copiada, reproduïda, distribuïda, transformada, emmagatzemada o transmesa de cap manera ni per cap mitjà, tant si és elèctric com químic, mecànic, òptic, de gravació, de fotocòpia o per altres mètodes, sense l'autorització prèvia per escrit dels titulars de la seva propietat intel·lectual.

Ajuntament de Barcelona

BARCELONA REGIONAL

Carrer 60, 25–27
Edifici Z. 2a planta
Sector A. Zona Franca
08040 Barcelona

T (+34) 932 237 400
F (+34) 932 237 414
br@bcnregional.com
www.bcnregional.com