

CLIMA

EFFECTES DEL CANVI CLIMÀTIC A L'ÀREA METROPOLITANA DE BARCELONA

L'augment de la temperatura i la precipitació a l'àrea metropolitana: estacions menys marcades i índexs de calor diürns i nocturns més elevats

ESTUDI:

Generació d'escenaris climàtics futurs regionalitzats a molt alta resolució (1 km) per a l'àrea metropolitana de Barcelona (Projecte ESAMB)

V. Altava-Ortiz, A. Barrera-Escoda, J. Amaro, J. Cunillera, M. Prohom, A. Sairouni
Servei Meteorològic de Catalunya (SMC)

Treball encarregat per:

Direcció de Serveis Ambientals de l'AMB

El present document consisteix en una recopilació dels resums dels vuit estudis que s'han elaborat en el marc de l'Observatori Metropolità del Canvi Climàtic de l'AMB (METROBS) al llarg del 2014 i 2015. Els resums s'han redactat a partir dels esmentats estudis, però la seva presentació, organització i, en alguns casos, informació final, no coincideix exactament amb els estudis originals ni amb els documents de síntesi facilitats per alguns dels autors. L'objectiu final d'aquesta publicació és difondre aquests estudis de gran caràcter tècnic i valor científic entre els tècnics de les administracions i la ciutadania.

Autors dels estudis:

1. Temperatura

V. Altava-Ortiz, A. Barrera-Escoda, J. Amaro, J. Cunillera, M. Prohom i A. Sairouni
Servei Meteorològic de Catalunya (SMC).

2. Aigua

Josep Mas-Pla i Anna Menció Domingo

Institut Català de Recerca de l'Aigua i Grup de Recerca GAiA - Geocamb, Universitat de Girona.

3. Litoral

A. Sánchez-Arcilla, V. Gracia i J.P. Sierra

Laboratori d'Enginyeria Marítima (Universitat Politècnica de Catalunya).
Centre Internacional d'Investigació dels Recursos Costaners.

4. Illa de calor

Javier Martín-Vide, Víctor M. Artola, M. José Cordobilla, M. Carmen Moreno

(Grup de Climatologia, Universitat de Barcelona)

Marc Montlleó

Barcelona Regional.

5. Verd urbà

R. Savé i C. Biel

Institut de Recerca i Tecnologies Agroalimentàries (IRTA).

6. Edificació

Fundació Empresa & Clima (FEC). Amb la col·laboració de: BioQuat - Consultoria Energètica i Mediambiental, SL.

7. Inundacions

M. C. Llasat, M. Cortès, Ll. Falcón, J. Gilabert, M. Llasat-Botija, R. Marcos, J.P. Martín Vide i M. Turco

Grup GAMA. Departament d'Astronomia i Meteorologia (Universitat de Barcelona).

8. Economia

Amelia Díaz, Belén Noguera i Miquel Salgot

Institut de Recerca de l'Aigua (IdRA). Universitat de Barcelona.

El text original de tots els estudis es pot consultar a: www.amb.cat

Direcció:

Ana Romero Càlix,

Direcció de Serveis Ambientals. Àrea Metropolitana de Barcelona.

Redacció dels resums i coordinació:

Ana Villagordo

Disseny i maquetació:

La PAGE original

Correcció lingüística:

L'Apòstrof

Desembre 2016

L'àrea metropolitana
de Barcelona:
un territori vulnerable
al canvi climàtic

L'administració que gestiona el territori metropolità, l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB), integra 36 municipis amb una superfície total de 636 km² i una població de 3,3 milions d'habitants. Com altres regions del món, i especialment les mediterrànies, aquest territori està clarament afectat per les conseqüències del canvi climàtic, que tenen i tindran efectes sobre les persones a mitjà i llarg termini. Aquesta àrea, situada a l'entorn dels rius Besòs i Llobregat, la Serralada Litoral i el Mar Mediterrani, ja està patint els efectes del canvi climàtic, però com ho està fent? Quins són els vectors ambientals que més es veuran afectats i com? Com afectarà l'ecosistema i els seus ciutadans? Tota aquesta informació no s'havia treballat fins ara de manera conjunta i coordinada, i per tant no es comptava amb suficients *inputs* que alertessin o no sobre la vulnerabilitat de l'àrea metropolitana de Barcelona davant d'un fenomen tan global però amb efectes tan locals com és el canvi climàtic.

Un observatori
metropolità del canvi
climàtic (METROBS)
per apropar el
coneixement científic
a la ciutadania en el
marc de la planificació
sostenibilista de l'AMB

En el marc del Pla de sostenibilitat de l'AMB 2014-2020 (PSAMB) i en les diferents iniciatives que l'AMB ha subscrit en matèria climàtica (estratègies de mitigació i Pla d'adaptació, Pacte d'alcaldes i alcaldesses per l'energia i el clima, etc.), destaca la mateixa Declaració pel clima de l'AMB, que potencia i amplia els seus compromisos amb l'objectiu de reduir el 40 % de les emissions de CO₂ el 2030 i la transició cap a un nou sistema energètic, a més de vetllar per la resiliència del territori.

El 2014 es va constituir l'Observatori Metropolità del Canvi Climàtic de l'AMB (METROBS), que sorgeix d'un conveni de col·laboració entre el Grup d'Experts en Canvi Climàtic de Catalunya (GECCC) i l'AMB i s'inclou dins el PSAMB. Aquest Observatori té com a principal objectiu ser una eina de govern transparent i de transferència de coneixement de les accions que es duen a terme en matèria de mitigació i adaptació al canvi climàtic i pretén ser un referent per a altres ciutats i àrees metropolitanes. És a dir, pretén vehicular la transferència d'informació i coneixement entre el món tècnic i la ciutadania.

Els primers 8 estudis
impulsats des del
METROBS en el període
2014-2016

Entre els anys 2014 i 2016 el METROBS ha generat 8 estudis d'experts en cadascuna de les matèries que es presentaran, per avaluar com el canvi climàtic afecta aquesta àrea urbana i com s'hi poden establir mesures d'adaptació. I ho ha fet en àmbits com la meteorologia, el cicle de l'aigua, el litoral, l'efecte illa de calor, el verd urbà, l'energia i el sector residencial, l'evolució de les inundacions en aquest territori i els aspectes més legals i econòmics relacionats amb el canvi climàtic.

El present document consisteix en una recopilació dels aspectes més destacables de l'estudi sobre l'augment de temperatura elaborat pel Servei Meteorològic de Catalunya (SMC).

El present estudi resulta innovador gràcies a l'elaboració d'un conjunt d'escenaris climàtics a molt alta resolució a partir de la combinació de models físics i estadístics de l'atmosfera. Aquests escenaris parteixen de tres patrons futurs d'emissions (des d'un de més optimista i amb baixes concentracions de CO₂ fins a un de més pessimista i amb elevades concentracions). Els resultats han permès establir rangs d'increment de la temperatura i canvis en la precipitació al llarg d'aquest segle. Així, la temperatura mitjana a l'àrea metropolitana de Barcelona pot incrementar-se entre 1,5 i 4 °C i la precipitació disminuir el 20 % a final del segle XXI, segons quin escenari d'emissions es consideri. A més, l'estudi permet discriminar al detall quin canvi es projecta a municipis concrets, així com apreciar-hi les diferències entre ells. A partir de les projeccions futures de la temperatura i la precipitació, s'ha projectat també el canvi que poden experimentar diferents índexs termomètrics vinculats a la salut i confort de la població. En aquesta línia, entre altres índexs, s'ha introduït el concepte de nit tropical o dia tòrrid. A molts municipis i àrees concretes, aquests índexs es poden incrementar en un rang d'entre 10 i 80 dies. Pel que fa a la precipitació, malgrat que no es projecta una tendència clara per a aquest segle, sí que sembla que aflori una freqüència més elevada dels períodes secs i episodis de precipitació intensa. Del conjunt de canvis projectats, se'n deriva una elevada probabilitat futura que es desencadenin impactes negatius en la salut dels ciutadans i en l'estat de l'ecosistema que envolta les nostres ciutats.



UN COMPROMÍS CLAR AMB LA MITIGACIÓ I L'ADAPTACIÓ AL CANVI CLIMÀTIC

Les ciutats tenen un desafiament formidable a l'hora d'afrontar reptes com el canvi climàtic. En aquest sentit, moltes estan modificant la seva agenda per adoptar criteris i mesures destinats a reduir les emissions de CO₂, amb la minimització de la dependència de les energies fòssils, la millora en l'eficiència i reducció dels fluxos metabòlics, i l'increment de la resiliència. Totes aquestes mesures tenen com a finalitat la millora de la qualitat de vida i la sostenibilitat d'hàbits dels ciutadans.

Actualment, la pràctica totalitat dels municipis de l'àrea metropolitana de Barcelona han signat el Pacte d'alcaldes i alcaldesses i han redactat els seus **plans d'acció per a l'energia sostenible (PAES)**. L'AMB hi està adherida, i el seu compromís per al conjunt del territori és reduir el 21,6 % de les emissions de CO₂ al 2020, tenint com a horitzó el compromís europeu de reducció del 40 % de les emissions el 2030.

L'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB) està compromesa amb la mitigació i adaptació al canvi climàtic i, en el marc de la COP21, va aprovar la Declaració de l'Àrea Metropolitana de Barcelona pel Clima; donant continuïtat a aquest compromís, l'AMB ha elaborat el seu propi Pla metropolità d'adaptació al canvi climàtic.

Amb aquest objectiu l'AMB **ha promogut diversos plans d'adaptació municipal, entre els quals destaca** el seu propi Pla metropolità d'adaptació al canvi climàtic (PACC 2015-2020). Aquest document s'emmarca dins de les mesures del Pla de sostenibilitat de l'AMB (PSAMB) com a full de ruta de les línies estratègiques d'actuació dirigides a garantir la sostenibilitat futura del territori metropolità.

El PSAMB està plantejat en diferents àmbits, tant administratius com geogràfics:

- per a la mateixa institució de l'AMB,
- per als diferents municipis que conformen l'AMB
- i per al conjunt del territori metropolità.

Cadascun d'aquests àmbits s'ha estructurat en 6 blocs temàtics: territori, ecologia i biodiversitat; energia i canvi climàtic; mobilitat sostenible; mitjans de producció i consum; salut ambiental, i educació per a la sostenibilitat. **El present treball s'emmarca dins del bloc d'Energia i canvi climàtic, i l'àmbit d'estudi abasta tot el territori metropolità.**

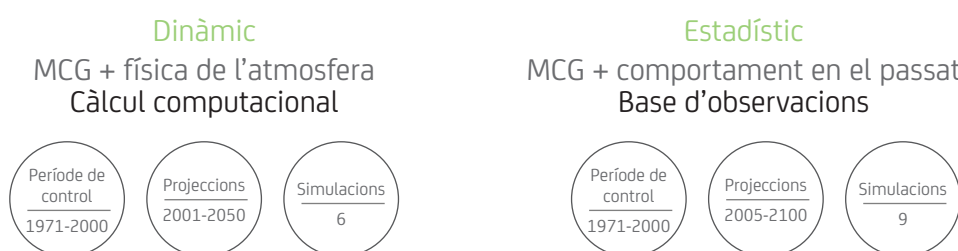
L'orografia de l'àrea metropolitana de Barcelona aporta diversitat climàtica a un territori de dimensions reduïdes i amb una forta influència marítima. Plugues orogràfiques, fenòmens convectius, inversions tèrmiques, etc. són fenòmens recurrents que modulen el clima de la regió.

UNA LENT APLICADA ALS MODELS CLIMÀTICS QUE PERMETI ESTUDIAR AMB DETALL ELS CANVIS FUTURS DE LA TEMPERATURA I LA PRECIPITACIÓ A LES NOSTRES CIUTATS

L'estudi dels impactes del canvi climàtic requereix simulacions del clima futur amb un detall espacial que els models climàtics de circulació general (a partir d'ara, també MCG) no són capaços d'oferir. Per aquest motiu és necessària l'aplicació de **tècniques de regionalització climàtica que permetin projectar els canvis futurs de les variables meteorològiques a una resolució espacial adequada per determinar els impactes que afecten la població i l'ecosistema en general.**

Partint de tres models climàtics globals diferents i amb resolucions diverses, el projecte *Escenaris climàtics a l'àrea metropolitana de Barcelona* (ESAMB) ha dut a terme un conjunt de regionalitzacions que han permès baixar d'escala la projecció de canvi de la temperatura, la precipitació i d'índexs climàtics que fan els models climàtics al llarg del segle XXI **fins a una resolució final d'un quilòmetre. A partir dels resultats s'ha generat una cartografia fàcilment interpretable, no només per a tècnics especialitzats, sinó també per als ciutadans, de manera que es fa més accessible la ciència del canvi climàtic.**

El projecte ESAMB s'ha plantejat en dues fases. La Fase I s'ha basat en una regionalització climàtica de tipus "dinàmic" mentre que la Fase II ho ha fet en una regionalització de tipus "estadístic". Ambdues metodologies són complementàries, ja que les limitacions d'una tècnica són compensades pels avantatges de l'altra i viceversa.



Aquest estudi resulta pioner en un àmbit territorial com el de l'àrea metropolitana de Barcelona pel grau de detall espacial de les projeccions climàtiques, tot partint dels escenaris d'emissions més recents publicats al darrer Panell internacional del canvi climàtic del 2014 (IPCC).

ESCENARIS CLIMÀTICS

Mentre els escenaris climàtics regionalitzats obtinguts durant la primera fase (regionalització dinàmica) parteixen d'alimentar un model meteorològic de mesoescala amb les simulacions d'un MCG, la segona fase s'ha basat en una regionalització estadística a partir del concepte d'analogia meteorològica. Les tècniques estadístiques tenen com a principal avantatge respecte a **les tècniques dinàmiques que tendeixen a minimitzar els biaixos gracies a l'ús de dades reals (no simulades)**. A més, són menys exigents en termes computacionals, per la qual cosa permeten treballar amb més d'un MCG i també projectar les característiques del clima a horitzons futurs més importants. D'altra banda, les metodologies dinàmiques són més exhaustives i suporten millor possibles no linealitats del sistema climàtic. En tot cas, la combinació d'ambdues metodologies resulta del màxim interès ja que defineixen tendències de la temperatura i de la precipitació amb més exhaustivitat, tot retenint bona part de la incertesa inherent a les projeccions climàtiques.

Els models utilitzats en el projecte pertanyen a un conjunt de models utilitzats als dos darrers informes del Grup Inter-governamental sobre el Canvi Climàtic (IPCC, 2007 i 2014). La seva selecció atén la bona simulació de les característiques climàtiques a la zona de l'Atlàntic Nord, que han proporcionat aquests models en les seves diferents versions. Ens referim als MCG següents:

- Model alemany, desenvolupat pel Max Planck Institute for Meteorology (MPI-M). S'hi han usat dues versions diferents, l'EH5OM durant la fase I, i l'MPI-ESM en la fase II.
- Model americà (GFDL-ESM2G), desenvolupat pel Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (centre modelització NOAA GFDL). Aquest model només intervé a la fase II.
- Model canadenc (CanESM2), desenvolupat pel Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis. Aquest model només intervé a la fase II.

A fi d'abastar l'efecte de diferents graus de forçament antròpic s'han utilitzat els escenaris de concentració d'emissions de CO₂ (a partir d'ara, RCP, que correspon als *Representative Carbon Pattern* i anomenats en aquest article "ideal", "moderat" i "pessimista"):



Ideal: ritme d'emissions d'acord amb els objectius de reducció del Protocol de Kyoto de 1992 (assignat aquí com a RCP2.6). En aquest escenari les concentracions de CO₂ es mantindrien gairebé com les actuals fins a final del segle XXI.

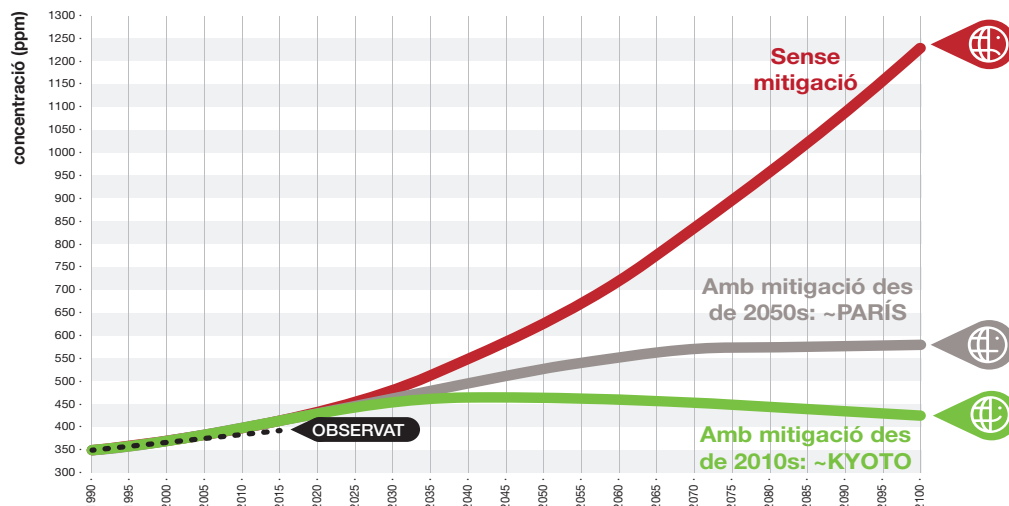


Moderat: ritme d'emissions si s'assolissin els objectius de l'Acord de París (RCP4.5). En aquest escenari la concentració de CO₂ arribaria a ser superior a l'actual a final de segle però l'increment s'atenuaria a partir del 2030 a fi de limitar l'augment màxim de la temperatura global del planeta a 1,5-2 °C.



Pessimista: no s'assoliria cap acord en la reducció de les emissions i les concentracions de CO₂ a finals de segle serien molt superiors a les actuals. En aquest escenari l'augment de la temperatura global superaria amb escreix els 2 °C. (anomenat aquí RCP8.5).

Evolució temporal de la concentració de CO₂ a l'atmosfera segons els escenaris RCP (1990-2100)



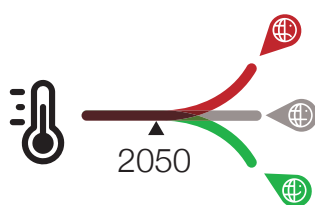
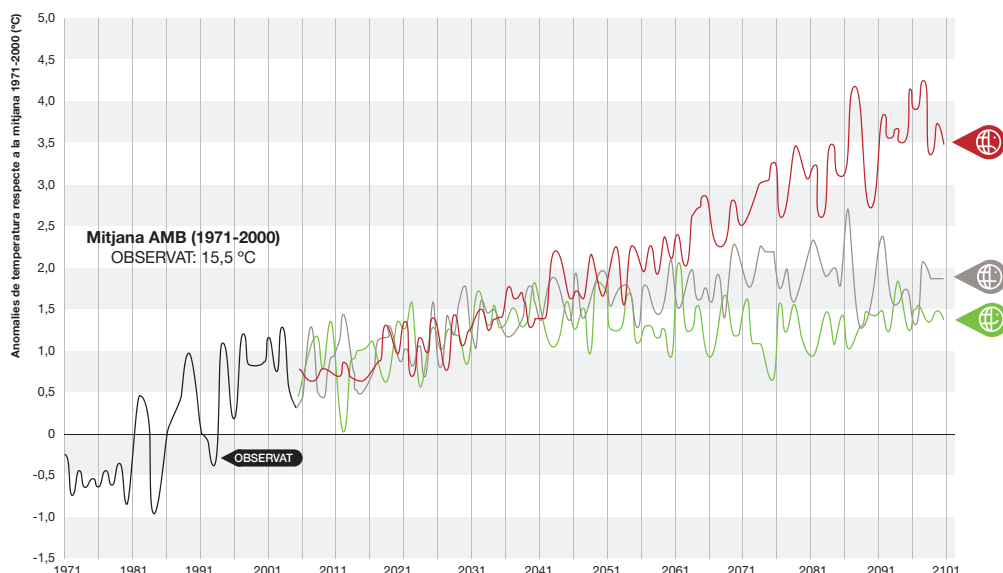
AUGMENT DE LA TEMPERATURA A L'AMB SEGONS ELS DIFERENTS ESCENARIS

La projecció tant de la temperatura màxima mitjana anual (TX) com de la temperatura mínima mitjana anual (TN) mostra un clar augment durant el present segle, amb un increment més elevat per a la TX. En tots els casos els augments són lineals amb la concentració de CO₂ dels diferents RCP considerats. En conseqüència, l'evolució de la temperatura mitjana anual (TM) per a tot l'àmbit de l'àrea metropolitana de Barcelona presenta augments també destacats, que es descriuen tot seguit.

Evolució 2006-2100 de la temperatura mitjana anual (TM). Aquests increments estan referenciats respecte al període de control 1971-2005:

-  Escenari ideal (Kyoto): **+1-1,5°C** (0,1-0,15°C per dècada)
-  Escenari moderat (París): **+1,9°C** (aproximadament 0,2°C per dècada)
-  Escenari pessimista (cap acord): **+3,5-4,0°C** (0,3-0,4°C per dècada)

Evolució temporal projectada de la temperatura mitjana anual (°C) a l'AMB (1971-2100).



De l'evolució de la projecció futura de la temperatura mitjana anual s'observa com **totes les simulacions són semblants entre els diferents escenaris d'emissions fins a mitjans de segle. És a partir d'aquest moment quan les projeccions entre escenaris divergeixen.** Concretament, els increments amb l'escenari ideal (Kyoto) s'estabilitzen mentre que no ho fan fins al 2070 amb l'escenari moderat (París). Per al cas més pessimista (cap acord), no es projecta una estabilització i el ritme d'augment de la temperatura continua inalterat fins a final de segle.

Així doncs, tot i la disparitat de resultats segons l'escenari d'emissions considerat, les simulacions coincideixen a projectar un inequívoc ascens de la temperatura d'entre 1,0°C i 4,0°C l'any 2100. Aquests valors fan referència als °C d'augment respecte a la mitjana de control del període 1971-2000.

L'increment de temperatura mitjana anual no és uniforme a l'àrea metropolitana de Barcelona. Els màxims increments es donen generalment a zones interiors o properes a serralades; concretament a la zona de Begues i als contraforts de les muntanyes de l'Ordal. Per contra, els increments més petits es localitzen a zones litorals i fondalades del Baix Llobregat.

Evolució 2006-2100 de la temperatura mínima mitjana anual (TN)

Tots els escenaris projecten un increment al voltant d'1,5°C en la temperatura mínima mitjana anual (TN) fins al 2050. Si considerem la segona meitat de segle, cap al 2100 els increments s'acosten als 3,5°C en el cas més extrem. Aquests increments difereixen entre zones, i els més elevats es troben a **zones elevades d'interior**. Així per exemple, oscil·len entre l'1,1 i 2,3°C amb l'escenari moderat i pessimista, respectivament, al terme municipal de Barcelona i entre els 2,5-3,6 °C amb els mateixos escenaris i per al cas de Begues

► 2100 Temperatura mínima

	Terme municipal de Barcelona	 + 2,3°C	 + 1,1°C
	Termes de Begues i Viladecans	 + 3,5-3,6°C	 + 2,5-2,6°C

Evolució 2006-2100 de la temperatura màxima mitjana anual (TX)

Fins a mitjans de segle tots els escenaris projecten un augment anual al voltant d'1,5°C per al cas de la temperatura màxima anual. L'augment passa a ser d'entre 1,5 i 4,0°C per al conjunt de l'àrea metropolitana a final de segle. Per zones, al massís del Garraf (Begues) o al Vallès trobem projeccions d'augment d'entre 1,4 i 2,2°C o 4 i 4,4°C segons si l'escenari és ideal o pessimista, respectivament. A altres punts de l'AMB les projeccions indiquen des d'un augment de 0,9°C a Badalona per al cas de l'escenari optimista, a increments de 3,4°C per al més pessimista a municipis com Sant Andreu de la Barca o Sant Joan Despí. En general, s'observa com els increments serien més limitats a punts del litoral, sobretot a la zona del delta del Llobregat i més intensos a les zones de l'interior metropolità.

► 2100 Temperatura màxima

	Massís del Garraf (Begues), la Conreria o zona sud del Vallès	 3,4-4,1°C	 + 1,4-2,2°C
	Punts del litoral i a la vall del Besòs	 + 3,4°C	 + 0,9°C

Extrems de temperatura

La projecció d'extrems de la TX (percentils p99 i p95) i la TN (percentils p01 i p05) mostra increments d'entre 0 i 3°C per a la TX segons la zona i l'escenari. L'increment és més elevat a zones interiors i planes, mentre que queda més atenuat al litoral. Pel que fa als valors més baixos de temperatura, els increments es troben entre els 0 i 3,8°C, però en aquest cas els increments més grans es donen en zones elevades de l'interior o de la costa, mentre que els menors, a les zones més fondes interiors.

Sense arribar a desaparèixer, es projecta una freqüència més petita de temperatures mínimes extremes, mentre que en el cas de les temperatures màximes augmentaran en valor i freqüència.

- Els màxims increments de temperatura mitjana es donen durant la primavera i la tardor, seguits de l'estiu i de l'hivern, de manera que dona lloc a un procés que podríem anomenar com “desestacionalització”.
- Pel que fa a les onades de fred o calor, els canvis en la temperatura mitjana mensual suggereixen que els episodis freds (TM mensual <5 °C) es reduirien en menor mesura que no augmentarien els episodis càlids (TM mensual >25 °C).

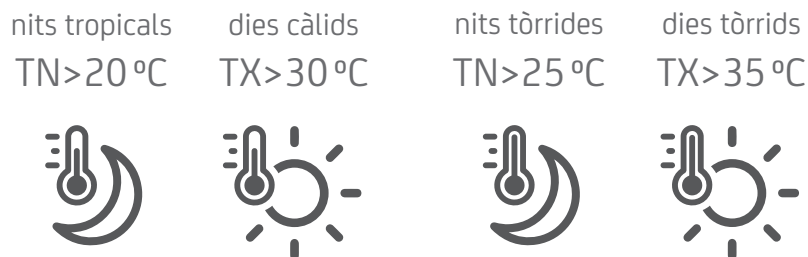
Evolució futura d'índexs climàtics de confort tèrmic

El conjunt de projeccions efectuades posa èmfasi en els canvis d'índexs climàtics que solen correlacionar-se amb **impactes en la salut humana, el control de plagues, la demanda energètica i d'aigua, el turisme, etc.** Exemples d'índexs que entren en aquest grup **són el nombre de** nits tropicals i tòrrides (TN > 20°C i TN > 25°C, respectivament) i nombre de dies càlids i tòrrids (TX > 30°C i TX > 35°C, respectivament).

Durant el segle XXI es projecta per al conjunt de l'àrea metropolitana de Barcelona un increment destacable de les nits tropicals (temperatura mínima diària > 20°C) i els dies càlids (temperatura màxima diària > 30°C). L'increment es produeix en qualsevol escenari d'emissions considerat i arriba a superar els 30 dies de més a l'any amb aquests índexs a finals de segle. El gradient terra-mar i l'altitud modulen notablement aquest increment al llarg de l'àrea metropolitana de Barcelona.

A tota la façana litoral del territori metropolità, on es concentra gran part de la població a final de segle, es projecta un increment d'entre 70 i 83 dies del nombre de nits tropicals.

A les zones més fondes i interiors, com és el cas d'alguns municipis del Vallès, es projecta un increment a final de segle d'entre 40 i 78 dies en el nombre dels dies càlids. En el cas més extrem dels dies tòrrids (temperatura màxima diària > 35 °C) l'increment és de fins a 36 dies en el pitjor escenari.



La projecció d'increment d'índexs s'ha revelat també directament proporcional a la severitat de l'escenari d'emissions, ja que se n'obtenen els increments més grans cap a final de segle i per a l'escenari més pessimista. A continuació es ressalten els resultats més significatius per als escenaris moderat i pessimista. L'escenari ideal s'exclou, atesa la seva irrealitat cronològica d'acord amb les emissions del passat i el present.

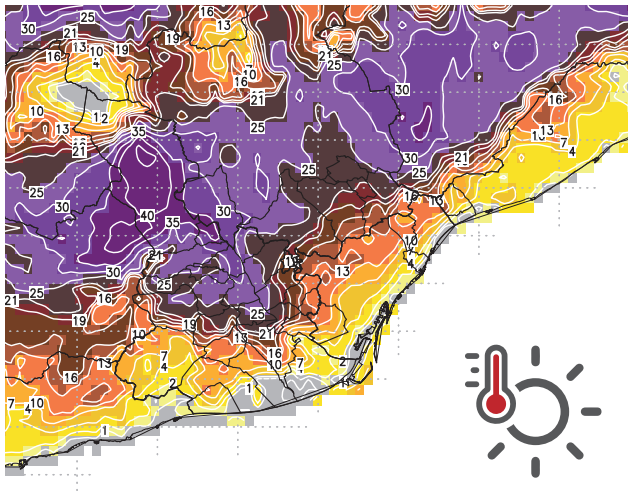
► 2071-2100

	Dies càlids de mitjana anuals	Nits tropicals de mitjana anuals	Dies tòrrids de mitjana anuals	Nits tòrrides de mitjana anuals
valor de referència sobre el qual s'apliquen els canvis	25,5	24,2	2,5	0,3
	+31,9	+25,5	+4,1	+0,6
	+58,3	+44,3	+9,8	+1,3

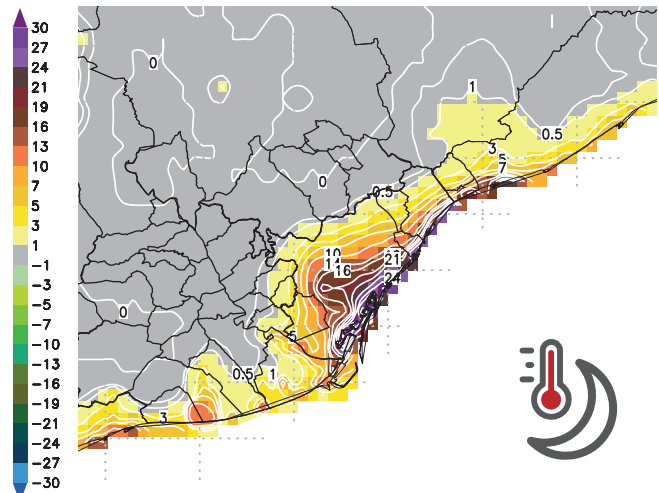
- Els màxims augments projectats del nombre de nits tropicals cap a final de segle es localitzen als termes municipals de Castelldefels, Gavà i Montgat, on els increments són d'entre 50 i 52 dies, amb l'escenari moderat, i d'entre 80 i 83 dies, amb el pessimista. Altres augments significatius a final de segle són els de Badalona, Barcelona, Sant Adrià de Besòs i Tiana on els increments són d'entre 43 i 47 dies i d'entre 73 i 80 dies segons la severitat de l'escenari.
- Per al cas dels dies càlids és als municipis del Vallès on es projecta més augment, ja que s'arribarà a final de segle a increments d'entre 40 i 44 dies amb l'escenari moderat i d'entre 73 i 78 dies amb l'escenari pessimista (municipis de Badia, Barberà, Ripollet, Cerdanyola, Sant Cugat i Castellbisbal).

Als municipis de la façana litoral del Barcelonès i Maresme, així com la costa sud del delta del Llobregat, és on es projecten els augments més elevats en el nombre de nits tòrrides (temperatura mínima diària > 25 °C). Cap a final de segle, en poblacions com Barcelona i Badalona, les nits tòrrides augmentarien en més de 10 dies, tot i que en els punts més costaners d'aquests municipis (zona portuària) s'arribaria a un augment d'uns 39 dies per al cas de Barcelona i d'uns 28 dies a Badalona en el cas més extrem.

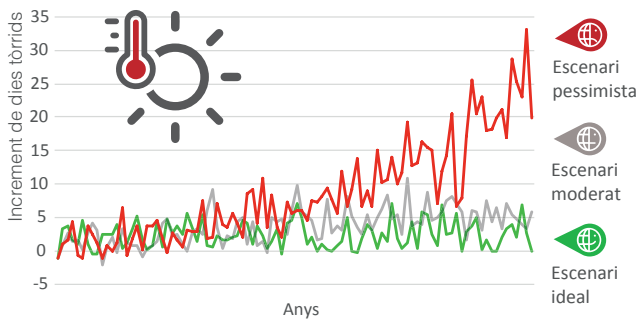
Mapa dies tòrrids (2071-2100)



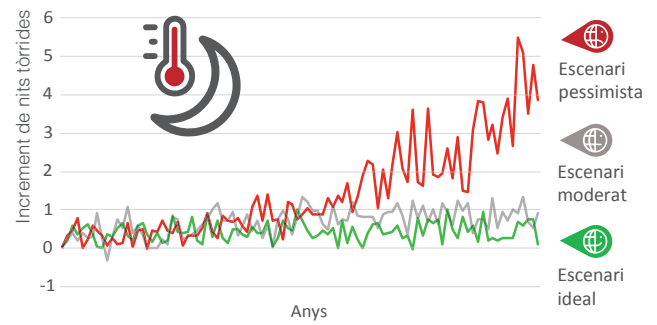
Mapa nits tòrrides (2071-2100)



Evolució de l'increment dels dies tòrrids (2005-2100)



Evolució de l'increment de les nits tòrrides (2005-2100)



► 2100 **Dies càlids** | T^a màxima anual > 30°



Municipis del Vallès
Badia, Barberà, Ripollet,
Cerdanyola, Sant Cugat i
Castellbisbal

+ **71-74**
dies càlids/any

+ **37-42**
dies càlids/any

- Alguns municipis que actualment no presenten gairebé cap nit tòrrida a l'any (punts de la vall del Besòs i la part baixa del delta del Llobregat) començarien a registrar-ne a l'estiu.

► 2100 **Nits tropicals** | T^a mínima anual > 20°

Termes municipals de
Castelldefels, Gavà i
Montgat



+ 75-77
nits tropicals
/any



+ 50-52
nits tropicals
/any

Badalona, Barcelona,
Sant Adrià de Besòs
i Tiana



+ 70-75
nits tropicals
/any



+ 43-47
nits tropicals
/any

- En el cas dels dies tòrrids, l'augment més important es projecta en els municipis més interiors i situats en fondalades, sobretot del Baix Llobregat. Així, a final de segle i sota l'escenari més pessimista, trobem un augment d'entre 30 i 36 dies tòrrids als termes municipals de Pallegà, Sant Vicenç dels Horts, la Palma de Cervelló o Molins de Rei, entre d'altres. En canvi, per a la façana litoral, així com la part baixa de la vall del Besòs i del delta del Llobregat pràcticament no es projecten canvis.

Mentre que l'increment del nombre dies càlids i nits tropicals pot arribar a fer que es dupliquin a les zones ja actualment més afectades, l'increment de dies i nits tòrrides pot arribar a triplicar-ne el nombre a les zones més càlides de l'àrea metropolitana de Barcelona.

► 2100 **Dies tòrrids** | Temperatura màxima anual > 35°C

Termes municipals de Pallegà,
Sant Vicenç dels Horts, la
Palma de Cervelló o Molins
de Rei, entre d'altres



+ 20 i 25
dies tòrrids/any

Façana litoral, així com la
vall del Besòs i la part baixa
del delta del Llobregat
pràcticament no es projecten
canvis en aquesta variable



no es projecten
canvis en aquesta
variable

PROJECCIÓ DE LA PRECIPITACIÓ ESTACIONAL I ANUAL A L'ÀREA METROPOLITANA DE BARCELONA

L'evolució temporal de la precipitació mitjana anual a l'àmbit de l'àrea metropolitana de Barcelona no mostra, segons les projeccions, una tendència clara a l'augment o a la disminució durant aquest segle. Existeix una elevada variabilitat entre les projeccions dels diversos models i amb diferents escenaris. En aquest sentit, es troben anys amb increments superiors als 400 mm o al 75 % de la precipitació mitjana anual, i altres amb una disminució superior als 250 mm anuals o del 40 % respecte a la mitjana de control.

► 2070 Precipitació mitjana anual



Municipis de l'AMB

Barcelona



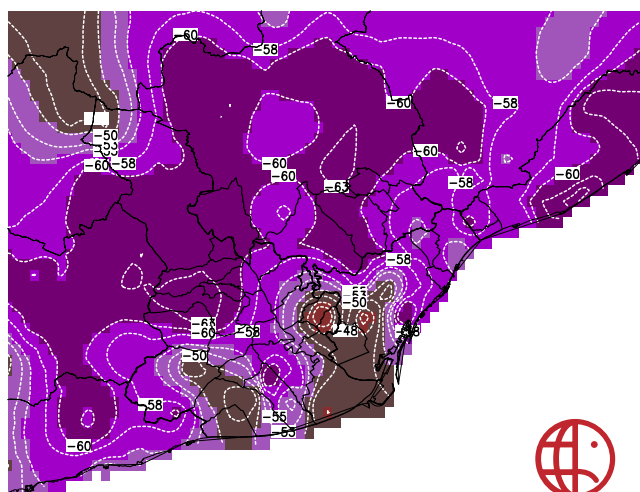
– 19 %
precipitació/any



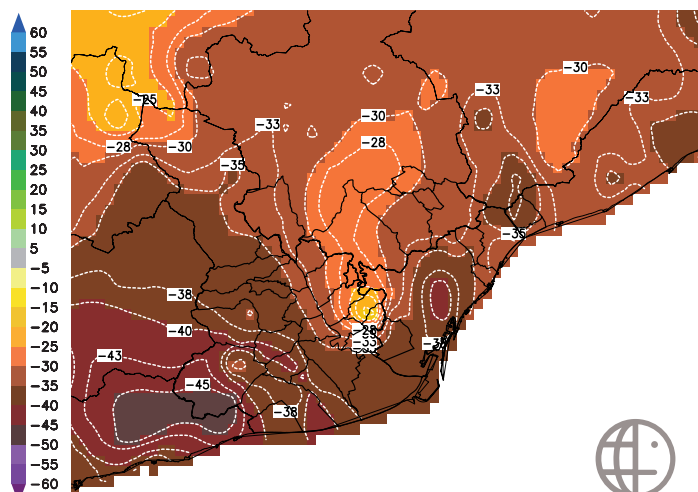
– 30 %
precipitació/any

La projecció de la precipitació al territori de l'AMB mostra una elevada variabilitat al llarg del segle ^{xxi} sense un comportament que afluï clarament entre els diferents models i escenaris. A més, i contràriament al cas de la temperatura, no s'observa una linealitat entre l'augment de les emissions i l'increment o disminució de la precipitació anual. En tot cas, **segons els models utilitzats sí que hi sembla haver cert acord en una reducció de la precipitació durant la primavera i l'estiu a mesura que s'incrementen les emissions en els escenaris moderat i pessimista. Aquesta reducció comporta que a partir del 2070 es projecti una freqüència més elevada de períodes secs i una disminució més consistent de la precipitació mitjana anual.** Concretament, sota l'escenari **pessimista**, a tots els municipis de l'AMB hi hauria una disminució superior al 19 % de la precipitació mitjana anual durant el darrer terç de segle, de la qual la reducció màxima seria la projectada al terme municipal de Barcelona (–30 %).

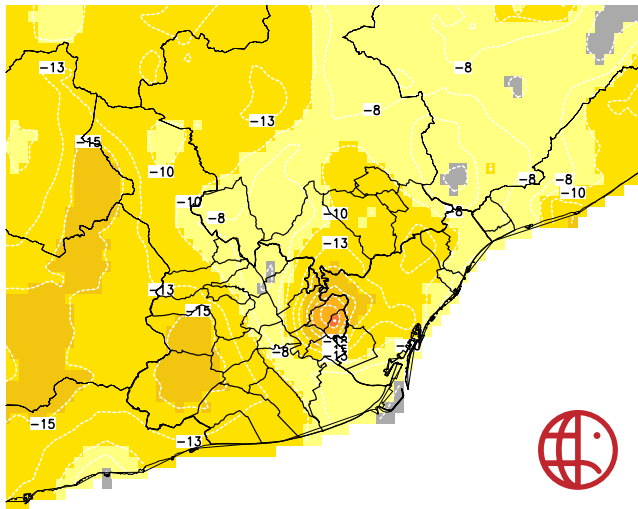
Variació projectada resum en la precipitació mitjana d'estiu (2071-2100 respecte 1971-2000), segons l'escenari RCP8.5 (pessimista)



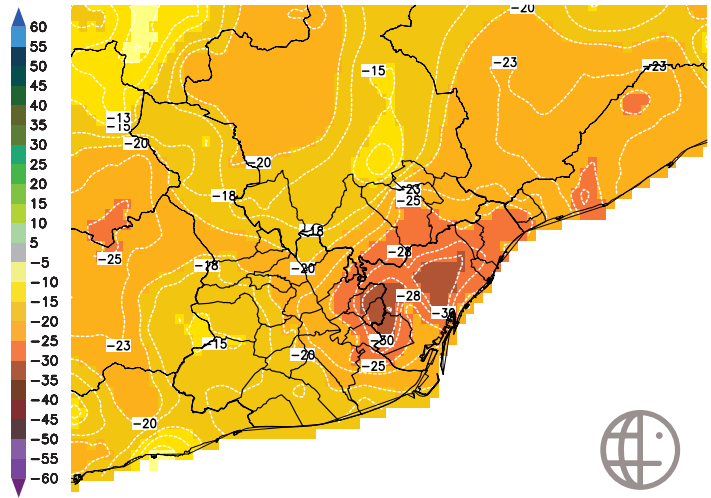
Variació projectada resum en la precipitació mitjana d'estiu (2071-2100 respecte 1971-2000), segons l'escenari RCP4.5 (moderat)



Variació projectada resum en la precipitació mitjana de primavera (2071-2100 respecte 1971-2000), segons l'escenari RCP8.5 (pessimista)



Variació projectada resum en la precipitació mitjana de primavera (2071-2100 respecte 1971-2000), segons l'escenari RCP4.5 (moderat)



La reducció de la precipitació mitjana anual al llarg del segle XXI és estadísticament significativa al 99 % amb l'escenari d'emissions més pessimista, amb una disminució de 13,6 mm per dècada.

Canvis en la quantia de precipitació diària

Es projecta una reducció del nombre de dies amb precipitació inferior a 5 mm, que seria de fins al 20 % a gran part dels municipis de l'AMB. Aquesta reducció es mostra clarament sensible a l'increment en la concentració de CO₂ a l'atmosfera, atès que com més severitat hi ha de l'escenari d'emissions, més gran és la reducció del nombre de dies. Per contra, els resultats indiquen un increment important en la probabilitat d'ocurrència de valors diaris de precipitació molt significativa. Així, mentre que l'augment seria lleuger o nul depenent de la zona per al cas de precipitacions superiors a 50 mm diaris, per a valors superior als 100 mm l'augment projectat és considerable. Aquesta projecció és robusta, segons indiquen els resultats dels diferents models amb diferents escenaris, llevat de les simulacions forçades amb l'escenari més pessimista i durant el darrer terç del segle XXI. En aquest cas, l'assecamment és tan fort que la reducció del nombre de casos afecta tots els llindars diaris de precipitació analitzats.

Les projeccions semblen apuntar cap a una intensitat més gran de les precipitacions futures i, per tant, més probabilitat d'enregistrar precipitacions diàries extremadament abundants.

Si ens fixem en els valors de precipitació diària màxima anual (PPTX) trobem que hi ha força disparitat entre models i entre escenaris, de manera que el canvi futur d'aquest índex presenta molta variabilitat espacial i temporal a dins de l'AMB. Podem associar aquesta elevada variabilitat amb un alt grau d'incertesa a l'hora de projectar aquests tipus d'índexs, sobretot en àmbits mediterranis i espacialment reduïts com ho és l'AMB.

