

Informe d'abast i metodologia

Impactes i vulnerabilitats del canvi climàtic a Andorra

Sector salut

Equip de treball

Laura Trapero Coordinadora de l'equip de ciències de la terra i l'atmosfera
d'Andorra Recerca + Innovació

Anna Albalat Investigadora d'Andorra Recerca + Innovació

Andorra Recerca + Innovació agraeix el finançament rebut per part de l'Oficina de l'Energia i del Canvi Climàtic d'Andorra en el marc de l'estudi d'impactes i vulnerabilitats del canvi climàtic i la capacitat d'embornal d'Andorra



Aquesta obra està subjecta a una llicència de [Reconeixement 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Resum

La salut ha estat sempre considerada el més valuós dels nostres béns i les civilitzacions han progressat millorant sempre el benestar i els serveis sanitaris. Però el canvi climàtic ha capgirat les nostres vides recordant-nos que les accions del propi home amenacen en desfer tots els avenços en matèria de desenvolupament, salut mundial i reducció de la pobresa assolits en els darrers cinquanta anys. Es tracta d'un problema global del qual Andorra n'és partícip.

Aquest informe presenta l'abast de l'estudi d'avaluació de l'impacte i vulnerabilitats del canvi climàtic en el sector de la salut a Andorra, amb un enfocament específic en els riscos sobre la salut humana. L'estudi pretén contribuir a millorar la resiliència climàtica d'un sector bàsic, com és la salut de les persones, a través de l'establiment d'indicadors nacionals per avaluar els efectes i la capacitat d'adaptació al canvi climàtic.

Sumari

1.	Introducció	5
1.1	Canvi Climàtic i Salut Humana	5
1.2	Canvi climàtic i salut humana a Andorra.....	9
1.2.1	Problemes directes sobre la salut	10
1.2.2	Augment de fenòmens meteorològics i climàtics extrems	14
1.2.3	Canvis en els cicles naturals: cicle de l'aigua	15
1.2.4	Expansió de malalties infeccioses	17
1.2.5	Impacte en la salut mental	18
1.2.6	Tendències demogràfiques i socioeconòmiques Andorra	19
1.2.7	Quantificar els impactes en la salut	20
1.3	Adaptació del sector salut a Andorra	20
2.	Abast de l'estudi.....	22
2.1	Equip del projecte i actors clau	24
2.2	Entitats col·laboradores externes.....	24
3.	Pla de treball.....	26
3.1	Definició de l'abast de l'estudi	26
3.2	Avaluació de la vulnerabilitat i impacte: actual i evolució futura	26
3.2.1	Definició indicadors d'impacte i vulnerabilitat	26
3.2.2	Càlcul dels indicadors de vulnerabilitat i impacte: estat actual i determinació de tendències futures.....	27
3.3	Avaluació de l'adaptació: definició i càlcul d'indicadors d'adaptació.....	28
	Referències	29

1. Introducció

El canvi climàtic és un desafiament a llarg termini, però la necessitat d'una acció urgent ara és clara. La conclusió del Resum per a Responsables de Polítiques de l'informe de l'IPCC ho resumeix de manera concisa. 'L'evidència científica acumulada és inequívoca: el canvi climàtic és una amenaça per al benestar humà i la salut planetària. Qualsevol retard addicional en una acció global concertada i anticipada sobre adaptació i mitigació farà que es perdi una finestra d'oportunitat breu i que es tanca ràpidament per assegurar un futur habitable i sostenible per a tothom (IPCC, 2022).

La salut planetària és un concepte que reconeix la interconnexió entre la salut dels humans i la salut dels ecosistemes naturals del nostre planeta. En aquest camp es busca comprendre i abordar els impactes de les activitats humanes sobre els sistemes naturals i al mateix temps, com aquests impactes afecten la salut humana. Els impactes del canvi climàtic sobre la salut planetària són coneguts i des de fa anys l'Organització Mundial de la Salut treballa juntament amb les Nacions Unides per orientar i donar suport als països que avaluen la vulnerabilitat actual i futura als riscos sanitaris causats pel canvi climàtic i a l'hora puguin elaborar polítiques i programes que ajudin a augmentar la resiliència (WHO, 2024).

L'objectiu principal d'aquest informe d'abast i metodologia en el sector de la salut a Andorra, amb un enfocament específic en els riscos sobre la salut humana, és definir el pla de treball per poder respondre les següents qüestions:

1. Quins són els principals riscos sanitaris relacionats amb el canvi climàtic que poden afectar la salut de la població d'Andorra?
2. Quin són els col·lectius de població vulnerable o factors de vulnerabilitat?
3. Quines mesures són necessàries per fer front a aquests riscos?

1.1 Canvi Climàtic i Salut Humana

Les variacions en el sistema climàtic estan provocant un augment de la temperatura i variacions en els patrons de precipitació i episodis climàtics i meteorològics extrems amb canvis en la seva freqüència i intensitat (Calvin et al., 2023). Malgrat que els canvis observats en el clima poden diferir a escala global, regional i local, al Primer Informe Biennal de Transparència de Andorra (Govern d'Andorra, 2023) i a l'informe sobre l'estat i evolució del clima a Andorra¹, es constata que l'increment en la temperatura i la variabilitat en la precipitació, tant pel clima passat com per les seves projeccions sota diferents escenaris d'emissions de GEH², també s'han evidenciat al

¹ https://ari.ad/images/projectes/evicc/evolucio_climatica_andorra.html

² https://ari.ad/images/projectes/evicc/projeccions_climatiques_andorra.html

Principat. Pel que fa a l'evolució recent del clima, aquestes variacions són més notables pels darrers 50 anys (1970-2020) amb un increment de la temperatura mitja anual de +0,34°C/dècada i una disminució de la precipitació mitja anual de 18 mm/dècada.

Aquests canvis o *climatic drivers* tenen impactes en molts sectors com l'agricultura, l'energia, el turisme i també esdevé un risc per la salut. L'exposició a aquests canvis té conseqüències adverses per la salut humana i el benestar (Cramer et al., 2014; Ebi et al., 2017; Smith et al., 2014). Les evidències observades fins a l'actualitat, mostren que els principals impactes del canvi climàtic sobre la salut planetària són (AR6 IPCC, 2022; WHO, 2021):

1. Problemes directes de salut: per una banda les onades de calor incrementen el risc de malalties i mort (Ebi et al., 2021; Guo et al., 2017), i per l'altra l'augment de la contaminació de l'aire (i.e. ozó troposfèric, partícules, pols o aeri al·lèrgens) té un impacte sobre la salut com les malalties respiratòries (Chen et al., 2018; Rai et al., 2023).
2. Canvis en els cicles naturals: com el cicle de l'aigua, provocant sequera en algunes regions i inundacions en altres, afectant així la qualitat i abastiment d'aigua. Les afectacions en la producció i qualitat dels cultius també provoquen canvis en els cicles nutricionals (Kang et al., 2009).
3. Augment de fenòmens meteorològics i climàtics extrems que poden danyar els ecosistemes, els hàbitats naturals i afectar les comunitats humanes (ONU, 2015).
4. Expansió de malalties infeccioses: ja sigui per l'expansió de l'àrea geogràfica de vectors com els mosquits, o bé per l'augment de malalties transmeses per l'aigua a causa d'alteracions en el subministrament (Lindgren et al., 2012)
5. Alteració dels ecosistemes: tant per la pròpia desintegració dels ecosistemes, els canvis en la fenologia o per la pèrdua de biodiversitat, ja que algunes espècies no poden adaptar-se als ràpids canvis del clima (AR6-IPCC, 2022).
6. Impactes indirectes en la salut causats per afectacions en la seguretat alimentària o bé pel desplaçament i migracions de persones (Reuveny, 2007).
7. Impacte en la salut mental (Berry et al., 2010; Bundo et al., 2021).

A la figura 1 es mostra un diagrama conceptual on es descriu com els perills climàtics que impacten la salut poden veure's influenciats positiva o negativament per altres factors com la vulnerabilitat³, a més de tenir impactes diferents en funció de quin és l'element exposat. Aquestes interaccions són dinàmiques i complexes i poden provocar riscos sanitaris imprevistos en funció de la zona geogràfica i la població. En aquest sentit, i com destaquen alguns estudis (Crimmins et al., 2016a) és d'especial

³ És la predisposició que tenen els elements exposats a veure's afectats negativament per un perill. La vulnerabilitat engloba diferents conceptes i elements, com la sensibilitat o susceptibilitat al dany i la falta de capacitat per a fer-hi front i adaptar-se.

importància poder analitzar i monitoritzar quins són els factors que determinen la vulnerabilitat dels elements exposats⁴ per poder desenvolupar respostes efectives en prevenció per protegir la salut de les persones i garantir la resiliència de les comunitats. Els factors que determinen la vulnerabilitat individual de les persones poden ser intrínsecs (factores biològics, de conducta o del propi estat de salut) o bé externs com el context social, econòmic o polític. En canvi, els factors que influeixen en la vulnerabilitat a una escala més gran, com les ciutats són els factors de governança i institucionals.

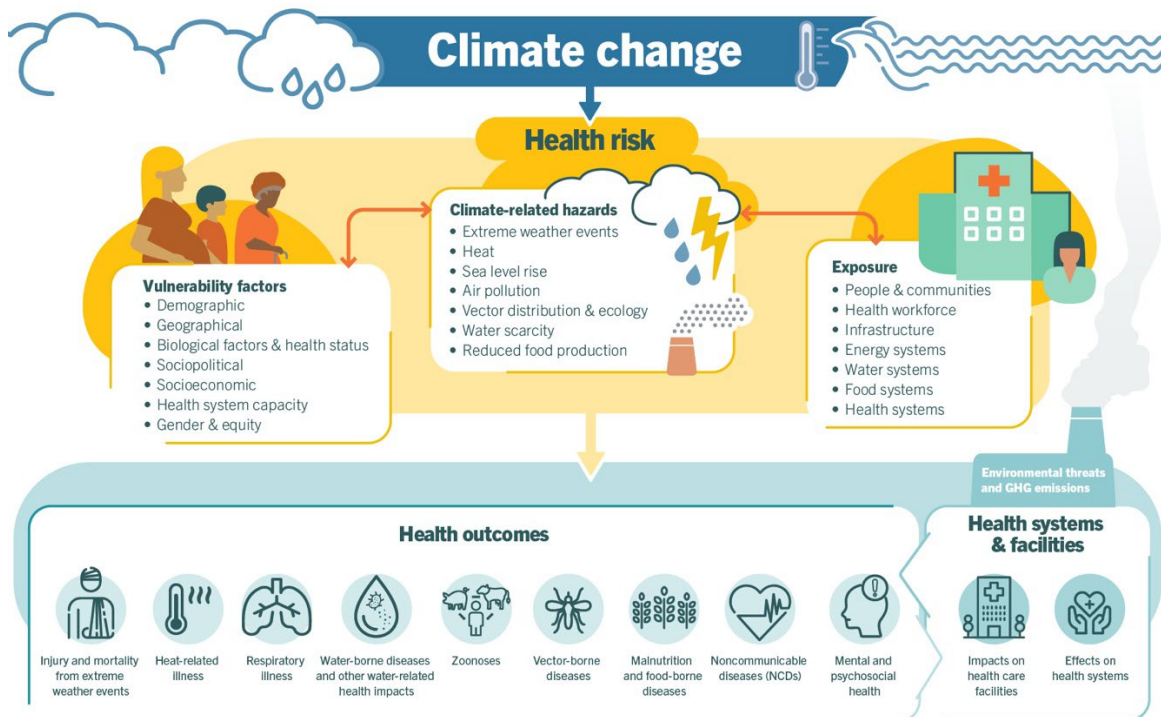


Fig. 1: Perspectiva general dels principals riscos per la salut associats al canvi climàtic. El canvi climàtic repercuteix sobre la salut, tant de forma directa com indirecta, amb la interacció de factors determinants tant ambientals, socials com de salut pública. Font: WHO, 2021.

El canvi climàtic pot afectar la salut humana de dos formes principals:

- modificant la gravetat o la freqüència dels problemes de salut que ja es veien afectats per altres factors climàtics o meteorològics,
- creant problemes de salut o amenaces per la salut sense precedents o amenaces en llocs on no s'havien produït mai.

Dins l'agenda internacional per fer front al canvi climàtic, existeixen iniciatives independents a les polítiques i acords governamentals, en el sector de la salut des del

⁴ Presència de persones, espècies o ecosistemes, recursos naturals, infraestructures, actius econòmics o socials vinculats a la salut que podrien veure's afectats negativament.

2015 existeix “Lancet Commission on Health and Climate Change” que es va constituir amb l'objectiu de fer seguiment dels impactes del canvi climàtic i de la implementació dels acords polítics necessaris per garantir a la població de tot el món, els nivells de salut més alts possible (Watts et al., 2015). Es tracta d'una comissió de caràcter multidisciplinar i internacional, que des de la seva creació publiquen anualment una col·lecció d'articles amb resultats molt rellevants la Lancet Countdown⁵. Entre ells destaca l'informe publicat el 2017 (Watts et al., 2018)⁶, on es fa un seguiment dels compromisos adquirits pels governs en el marc de l'Acord de París⁷ en l'àmbit de salut pública a través de missatges clau extrets del seguiment anual de més de 40 indicadors de diferent tipologia (Fig. 2): impacte, exposició i vulnerabilitat al canvi climàtic; accions d'adaptació i resiliència; mesures de mitigació; economia i finances; i compromís públic i polític. El 2022, es va publicar el primer informe anual d'àmbit europeu amb el seguiment d'aquests indicadors *'The 2022 Europe report of the Lancet Countdown on health and climate change: towards a climate resilient future'* (Daalen et al., 2022a) i aquest informe s'ha actualitzat recentment el 2024, on s'han millorat els mètodes amb què es basen els indicadors presentats i s'han afegit nou indicadors nous (van Daalen et al., 2024). Aquest informe defineix un marc de referència que ha de permetre a Andorra avançar en el seguiment de l'acompliment dels compromisos internacionals en termes de salut.

Un preocupació de la comunitat científica internacional, és conèixer com augmentarien els riscos sectorials si els escenaris d'escalfament global fossin 1,5°C, 2°C o bé superiors. Pel sector de la salut, les projeccions de risc es centren en períodes de temps i no en la magnitud del canvi de temperatura. A l'estudi Ebi et al. (2018) on s'aborda aquesta qüestió amb una revisió de 109 publicacions – sobre els impactes associats a temperatures extremes, estrès tèrmic ocupacional, la qualitat de l'aire, la desnutrició i les malalties transmeses per vectors- es conclou que la càrrega en el sector salut serà més gran amb l'augment de 2°C pels impactes causats per l'exposició a altes temperatures, ozó troposfèric, i desnutrició. Per les malalties transmeses per vectors podrien augmentar o disminuir en funció de la resposta climàtica regional i l'ecologia de les malalties. Es recomana que els estudis futurs presentin els resultats basats en els canvis de les temperatures mitjanes regionals i també en funció de l'evolució temporal (horitzó de pronòstic) per tal de facilitar els anàlisis quantitius dels riscos i les propostes dels calendaris de les intervencions d'adaptació.

⁵ <https://www.thelancet.com/countdown-health-climate/collection>

⁶ https://www.thelancet.com/pb/assets/raw/Lancet/Hubs/climate-change/Lancet_Countdown_2017_Executive_Summary_Spanish-1509126503840.pdf

⁷ https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf

Grupo	Indicadores
1. Impactos, exposiciones y vulnerabilidad del cambio climático	1.1. Efectos del cambio de temperatura en la salud
	1.2. Efectos de las olas de calor en la salud
	1.3. Cambio en la capacidad de trabajo
	1.4. Letalidad de los desastres meteorológicos
	1.5. Tendencias mundiales en las enfermedades sensibles al clima
	1.6. Enfermedades infecciosas sensibles al clima
	1.7. Seguridad alimentaria y desnutrición
	1.7.1. Vulnerabilidad a la desnutrición 1.7.2. Productividad marina primaria
2. Planificación de la adaptación y resiliencia para la salud	1.8. Migración y desplazamiento de la población
	2.1. Planes de adaptación nacionales para la salud
	2.2. Evaluación de los riesgos del cambio climático a nivel de ciudad
	2.3. Detección, alerta temprana, preparación y respuesta a las emergencias sanitarias
	2.4. Servicios climáticos para la salud
	2.5. Evaluación nacional de la vulnerabilidad, impactos y adaptación de la salud
3. Medidas de mitigación y beneficios para la salud	2.6. Infraestructura sanitaria resistente al cambio climático
	3.1. Intensidad de las emisiones de carbono de los sistema de producción de energía
	3.2. Eliminación gradual del carbón
	3.3. Electricidad con cero emisiones de carbono
	3.4. Acceso a la energía limpia
	3.5. Exposición a la contaminación del aire ambiente
	3.5.1. Exposición a la contaminación del aire en ciudades
	3.5.2. Contribuciones por sector a la contaminación del aire
	3.5.3. Mortalidad prematura a causa de la contaminación del aire ambiente por sector
	3.6. Utilización de energías limpias para el transporte
4. Economía y finanzas	3.7. Infraestructura de transporte sostenible e índice de aceptación
	3.8. Carne procedente de rumiantes para el consumo humano
	3.9. Emisiones del sector salud
	4.1. Inversiones en energía con cero emisiones de carbono y eficiencia energética
	4.2. Inversión en producción de energía a base de carbón
	4.3. Fondos desinvertidos en combustibles fósiles
	4.4. Pérdidas económicas derivadas de eventos meteorológicos extremos
	4.5. Empleo en industrias con altas y bajas emisiones de carbono
	4.6. Subvenciones a combustibles fósiles
	4.7. Cobertura y nivel de la tarificación del carbono
5. Compromiso público y político	4.8. Utilización de ingresos procedentes de la tarificación del carbono
	4.9. Gasto en adaptación para la salud y en actividades relacionadas con la salud
	4.10. Financiación para adaptación en salud procedentes de mecanismo globales de financiación de adaptación al cambio climático
	5.1. Cobertura en los medios de la salud y el cambio climático
	5.1.1. Comunicación en periódicos a nivel mundial sobre la salud y el cambio climático 5.1.2. Análisis en profundidad de la cobertura de los periódicos en tema de salud y cambio climático
	5.2. La salud y el cambio climático en revistas científicas
	5.3. La salud y el cambio climático en la Asamblea General de las Naciones Unidas

Fig. 2: Grups temàtics i indicadors per l'informe del Lancet Countdown del 2017. Font: Watts et al. 2017.

1.2 Canvi climàtic i salut humana a Andorra

Andorra, el 2014, va dur a terme el Procés participatiu sobre l'Adaptació d'Andorra al canvi climàtic (PAACC⁸) amb l'objectiu d'identificar els possibles impactes del canvi climàtic sobre alguns dels sectors socioeconòmics i ambientals dels país i valorar, quines eren les vulnerabilitats de cada un d'ells, així com identificar les mesures d'adaptació per reduir la vulnerabilitat i afrontar els possibles impactes. Les vulnerabilitats i mesures d'adaptació identificades l'any 2014 en el PAAC pel sector salut (Fig. 3) es revisaran en el marc d'aquest estudi, amb l'objectiu d'actualitzar i

⁸ https://www.mediambient.ad/images/stories/PDF/PAACC/ProcesAdaptacioAndorra_CC2014.pdf

proposar un full de ruta en matèria d'adaptació que incorpori el coneixement més recent.

Impactos del cambio climático	Vulnerabilidades asociadas	Priorización PAACC
Aumento de la frecuencia de olas de calor, que conllevará impactos negativos sobre la salud, sobre todo de la población infantil y de edad más avanzada.	-Vulnerabilidad de la salud y bienestar de la población ante los fenómenos climáticos extremos, como olas de calor, y ante los riesgos naturales asociados al cambio climático. - Vulnerabilidad de los colectivos más sensibles (infantes y mayores), y de las personas con estado de salud frágil a los impactos sobre la salud del cambio climático.	4
El incremento de temperaturas y condiciones de humedad puede generar problemas negativos sobre la salud: mayor presencia de gases y partículas contaminantes en la atmósfera, un incremento de nuevos vectores de enfermedades, problemas de abastecimiento de agua potable con repercusiones sobre la salud y cambios en la fenología de las plantas que pueden incrementar el riesgo de alergias.	- Vulnerabilidad de la salud y bienestar de la población ante los fenómenos climáticos extremos, como olas de calor, y ante los riesgos naturales asociados al cambio climático. - Vulnerabilidad de la salud y bienestar de la población por la aparición de nuevos vectores transmisores de enfermedades debido al incremento de la temperatura. - Vulnerabilidad de la salud y bienestar de la población ante el incremento y diversificación de las alergias y el aumento de casos de asma y rinitis.	1, 2 y 3
El incremento de la temperatura en invierno, podría conllevar un impacto positivo sobre la salud de la población, con la disminución de enfermedades típicas de esta estación del año (resfriados, gripe, etc.).		

Fig. 3: Resum dels impactes i vulnerabilitats en el sector de la salut identificats durant el PAACC. Font: Govern d'Andorra, 2023⁹.

L'estudi de vulnerabilitat i impacte en el sector salut que arrenca amb aquest primer informe d'abast i metodologia, es centra en la salut humana, i deixa els aspectes vinculats amb els ecosistemes i la biodiversitat i els seus impactes en la salut animal i vegetal en el marc de l'estudi del sector agrícola o bé en altres sectors.

Dels set impactes sobre la salut planetària definits per l'Organització Mundial per la Salut i descrits a l'apartat anterior, s'haurà d'identificar quines problemàtiques derivades del canvi climàtic poden afectar Andorra a curt i llarg termini. A partir d'aquí es podrà analitzar els impactes i vulnerabilitats associades.

1.2.1 Problemes directes sobre la salut

Per Andorra, igual que en altres regions muntanyoses d'Europa (Suïssa*), s'ha identificat que el major risc climàtic que pot afectar la salut de les persones es deu a l'increment previst de la temperatura, amb **onades de calor** més freqüents i més intenses (Albalat et al., 2023 ¹⁰; Lemus-Canovas et al., 2025). La figura 4 confirma un increment en la freqüència de les onades de calor, així com de la seva severitat i durada, especialment rellevant durant la última dècada. Les projeccions

⁹ https://unfccc.int/sites/default/files/resource/CN3_ANDORRA.pdf

¹⁰ Per més informació: <https://www.ari.ad/images/pdf/poster%20meteo%2026N%202023.pdf>

regionalitzades de canvi climàtic a Andorra per aquest segle (CLIMPY¹¹) preveuen que hi haurà un increment del nombre de dies en situació d'onada de calor especialment per l'escenari RCP8.5 i per tant, menys freqüència d'episodis (l'any 2059 amb + de 70 dies en onada de calor). En canvi, l'escenari RCP4.5 mostra més freqüència d'episodis amb una durada més curta i per tant amb alguna treva entre episodis. Les projeccions no mostren cap onada de calor fora dels mesos de juny a setembre. Es constata doncs que a Andorra aquests episodis també són més freqüents i succeeixen amb nivells d'escalfament global més baix del que es pensava prèviament, tal com s'afirma a l'informe AR6 SYR de l'IPCC. L'augment de la temperatura mitjana, també està afavorint que els hiverns siguin més suaus. En un país de muntanya com Andorra serà un factor climàtic interessant d'analitzar.

Si bé la problemàtica climàtica està identificada, no hi ha cap treball que n'analitzi els impactes directes sobre la població andorrana. Però els resultats de treballs tant a escala regional europea (Ballester et al., 2023) o local a Espanya i Catalunya (Achebak et al., 2024; Basagaña et al., 2011) amb condicions climàtiques similars a Andorra, evidencien que la calor contribueix a un augment de la mortalitat i als ingressos hospitalaris degut a diferents causes, així com hi ha també evidències que l'augment de temperatura pot ocasionar un descens de la mortalitat atribuïble al fred (Martínez-Solanas et al., 2021).

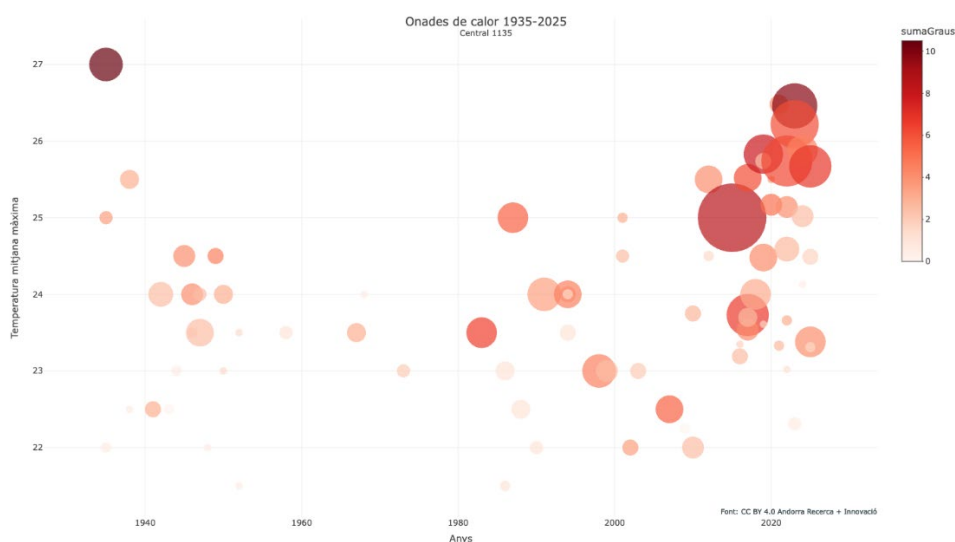


Fig. 4. Inventari dels episodis d'onada de calor (137 únics) a l'estació de Central de FEDA. En l'eix horitzontal es mostren els anys des del 1935 fins al 2025 i en l'eix vertical la intensitat (MT màxima). Cada punt representa un episodi, el color de la bombolla representa els graus acumulats (severitat), la grandària de la bombolla el nombre de dies (duració) i la posició en l'eix vertical, la intensitat.

¹¹ CLIM'PY: Caracterització de l'evolució del clima i provisió d'informació per l'adaptació als Pirineus (POCTEFA EFA 081/15).

En matèria de meteorologia, és el Servei Meteorològic Nacional (SMN) adscrit a l'Oficina de l'Energia i el Canvi Climàtic, el departament que s'ocupa de proveir la informació sobre les previsions i els avisos meteorològics per tal de vetllar per la seguretat de les persones i reduir les pèrdues de béns materials davant d'episodis meteorològics, i així augmentar la resiliència dels país enfront dels episodis extrems en un context de canvi climàtic. Els avisos que emet el SMN són de diferent tipus: temperatura de l'aire (onada de calor i de fred), intensitat de pluja, acumulació de pluja, tempestes, vent violent i nevades¹².

Una altra risc ambiental del qual hi ha evidències que pot afectar la salut humana és l'augment de la **contaminació de l'aire**. Es coneix que a Andorra les situacions anticiclòniques han augmentat la seva freqüència des del 1981 (Lemus-Canovas et al., 2019). Aquest tipus de temps, a l'estiu s'associa tant a l'ocurrència d'onades de calor com també a episodis de contaminació per ozó. Ja que l'estabilitat atmosfèrica afavoreix una major insolació solar que combinada amb diversos gasos precursors, generen majors concentracions d'ozó, un gas molt perjudicial per la salut. La xarxa d'estacions de vigilància del Ministeri de medi ambient (aire.ad) permeten identificar els períodes pels quals es superen els llindars d'alerta a la població, nivells a partir dels quals una exposició de breu durada suposa un risc per a la salut humana. Si bé en els darrers anys els límits normatius no s'han superat (Govern d'Andorra, 2022), sí que s'han superat els valors guia de qualitat de l'aire (GCA) que l'Organització Mundial de la Salut va recomanar el 2021 per a la protecció de la salut humana¹³, que són més restrictius. L'OMS estableix un valor màxim de 100 µg/m³ en mitjana octohorària que no es pot superar més de 4 dies l'any; l'any 2022 es va incomplir aquest valor en 57 ocasions (61 dies de superacions)¹⁴.

L'impacte de l'ozó en la salut humana és conegut, i actualment la recerca científica està abordant la problemàtica del risc en cascada de com el canvi climàtic pot amplificar l'exposició a aquest contaminant degut a les onades de calor (Ban et al., 2022).

Si aquestes situacions anticiclòniques també persisteixen a l'hivern, són les que afavoreixen condicions d'estabilitat atmosfèrica i la formació d'inversions tèrmiques a la vall central d'Andorra (Beaufils et al., 2021; Sarasua M. & Udina, 2022). Sota aquestes condicions atmosfèriques els contaminants generats de la combustió de matèries fòssils o del trànsit de vehicles, no es poden dispersar i queden concentrats a les capes més baixes, afectant directament a la salut de la població. L'any 2022 per exemple, es

¹² <https://www.meteo.ad/Alertes>

¹³ WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organization; 2021 (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>, accessed 1 August 2024).

¹⁴ Per més informació: https://www.mediambient.ad/images/stories/PDF/aire/informes/2022_-_La_qualitat_de_laire_a_Andorra.any_2022_compressed_1.pdf

van produir 86 episodis d'inversió tèrmica, la gran majoria durant els mesos d'hivern. Aquestes situacions contribueixen al deteriorament de la qualitat de l'aire, amb superacions de llindars per diferents contaminants com el òxid de nitrogen (NOx), el diòxid de sofre (SO₂), Monòxid de carboni (CO) o les partícules (PM).

En relació amb les PM, el ministeri de medi ambient també ha constatat que el nombre de superacions diàries dels últims anys s'ha vist fortament incrementat degut a l'augment d'episodis d'intrusió d'aire càlid carregat de partícules provinent del nord d'Àfrica que juntament amb la contaminació de fons provoquen aquests ultrapassaments. Per tant es tracta d'un fenomen climàtic que caldrà tenir també en compte en l'estudi.

Pel que fa als al·lèrgens aeris, el mateix ministeri de medi ambient fa un seguiment a través de la xarxa pol·línica¹⁵, amb una estació d'observació a la vall central que funciona durant els mesos de març a setembre. L'estacionalitat dels diferents tipus de pòl·lens i espores de fongs amb capacitat de produir al·lèrgies es recullen en el calendaris pol·línics on queda resumida la dinàmica anual d'una zona en funció del període de pol·linització (Fig. 5). Aquesta informació es molt valuosa per poder fer un seguiment a curt i llarg termini de si els canvis en el clima estan provocant canvis en l'estació de floració i per tant també en l'estacionalitat de les al·lèrgies. Per poder disposar d'un sistema de prediccions i alertes pol·líniques a partir dels mesuraments fets a Andorra, el Govern va signar l'any 2011 un acord sobre la vigilància aerobiològica amb la Xarxa Nacional de Vigilància Aerobiològica de França (RNSA) i el Laboratori d'Anàlisis Palinològiques de la Universitat Autònoma de Barcelona, responsable del projecte Xarxa Aerobiològica de Catalunya (XAC).

¹⁵ <https://www.aire.ad/pollen>

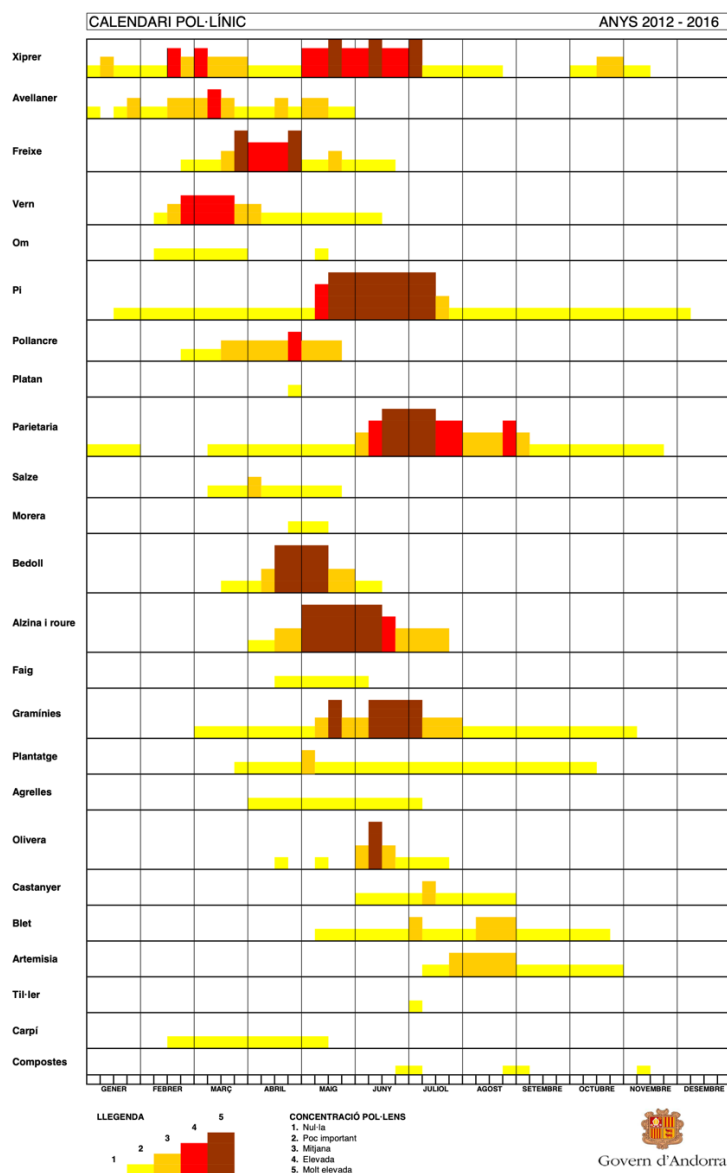


Fig. 5. Calendari pol·línic per diferents espècies i espores de fong (2012-2016). Font: Govern d'Andorra.

1.2.2 Augment de fenòmens meteorològics i climàtics extrems

Els estudis de detecció i atribució mostren l'augment de la influència dels canvis climàtics en els fenòmens meteorològics extrems. Els impactes d'aquests es tradueixen no només a ferits o morts, sinó que es sumen també impactes en l'abastiment de serveis sanitaris o de provisió de recursos, a pèrdues/danys sobre béns o infraestructures sanitàries, pèrdues econòmiques o fins i tot a impactes sobre la salut mental, que sovint poden tenir efectes persistents (Ebi et al., 2017; Bell et al., 2016). En el darrer informe del de Lancet (van Daalen et al., 2022b) s'exposa la dificultat

d'avaluar aquest impacte, ja que només se està avaluant una petita proporció de tots els fenòmens extrems que es produeixen, i constaten que hi ha pocs estudis sobre fenòmens que afecten a països amb un IDH (Índex de desenvolupament humà) baix o mig, altament vulnerables. Andorra, no es troba dins la franja d'aquests països, i si bé els episodis extrems estan ben documentats i AR+I en fa un seguiment mitjançant l'Observatori dels riscos naturals d'Andorra o bé estudis específics pels episodis més rellevants (Furdada et al., 2020; Lemus-Canovas et al., 2021; Trapero et al., 2013a; Trapero et al., 2013b) si que cal que els estudis de detecció i atribució s'ampliïn per tal d'aprofundir el coneixement de la relació entre els episodis extrems i l'impacte sobre la salut.

A Andorra, pel que fa a la protecció de les persones davant les catàstrofes, tant naturals com degudes a l'acció de l'home, és el Govern d'Andorra a través del Departament de Protecció Civil i Gestió d'Emergències qui ha d'assegurar les accions de protecció i socors necessàries vers la població (*Article 2 de la Llei 28/2022, del 14 de juliol, qualificada de protecció civil*)¹⁶. La llei preveu l'elaboració de plans especials com instrument organitzatiu per fer front a riscos concrets com inundacions, incendis forestals, riscos geològics, allaus, grans nevades i riscos sanitaris.

1.2.3 Canvis en els cicles naturals: cicle de l'aigua

A les zones de muntanya s'espera que el canvi climàtic afecti negativament al cicle de l'aigua i al recurs hídric disponible (Adler et al., 2022). Les fons d'aigua dolça a les regions de muntanya, com les precipitacions, la neu, el desgel de la criosfera i les aigües subterrànies, es veuran molt afectats pel canvi climàtic, això implica importants canvis en el subministrament d'aigua en termes de quantitat, i en part, de qualitat i estacionalitat. En molts casos, els efectes sobre els ecosistemes i les persones seran negatius, ja que l'abastiment es pot veure afectat per l'escassetat del recurs, o per episodis extrems de precipitació. En ambdós casos, la qualitat de l'aigua podria veure afectada i augmentar l'exposició als contaminants de l'aigua que poden causar o transmetre malalties (Adler et al., 2022).

Els recurs hídric als Pirineus ha estat objecte d'estudi en estudis recents, com el projecte POCTEFA PIRAGUA (Beguiria et al., 2022), amb l'objectiu de caracteritzar el cicle hidrològic dels Pirineus per millorar la capacitat d'adaptació dels territoris front als reptes imposats pel canvi global, amb un cas d'estudi a Andorra (Pesado, 2021; Domenech et al., 2024). L'estudi específic que s'ha dut terme a Andorra caracteritza els usos i els recursos hídrics disponibles al país a l'horitzó 2050, tenint en compte diferents escenaris socioeconòmics i el context de canvi climàtic. El model caracteritza els diferents usos de l'aigua (domèstics, turístics, neu de cultiu, agricultura i energètics) per així poder estudiar possibles tensions entre sectors d'activitat. Els

¹⁶ https://www.bopa.ad/bopa/034094/Pagines/CGL20220727_14_38_02.aspx

resultats indiquen una disminució del cabal anual en tots els escenaris (entre un 5,3 i un 8,5%, i fins a un 65,4% en un escenari de sequera extrema). No s'espera que la demanda d'aigua a escala nacional es vegi compromesa, però sí que hi haurà una afectació rellevant en alguns sectors. Per tant, la gestió del recurs hídric cal que sigui molt efectiva per tal d'evitar conflictes per l'aigua i que l'abastiment d'aigua de boca no es vegi compromès.

Pel que fa a la qualitat de l'aigua, tant el Ministeri de Medi Ambient com el de Salut, s'ocupen del seguiment i vigilància periòdica per tal de garantir la salut pública i el risc d'exposició i malalties, inclòs si l'aigua es contamina. Les malalties relacionades amb l'aigua poden ser causades per diferents agents biològics (patògens com bacteris i virus, o protozous). Aquest agents poden veure afectat el seu creixement, supervivència, propagació i virulència a causa de diferents factors relacionats amb el canvi climàtic (temperatura, precipitació i escorrentia). Actualment a Andorra no existeixen estudis que analitzin els possibles canvis en la qualitat de l'aigua de boca i el canvi climàtic. A nivell normatiu existeix des del 1996 el Pla de sanejament del Principat d'Andorra¹⁷, que preveia totes les actuacions per obtenir uns nivells de qualitat de les aigües al riu de bons a excel·lents per a l'any 2020, i entre els seus objectius inclou:

- la reducció progressiva de la contaminació de les aigües i les lleres dels rius seguint les directrius europees relatives al tractament de les aigües residuals, com ara la Directiva 91/271/CEE, entre d'altres
- el manteniment de cabals mínims als rius (competència actualment desenvolupada pel Departament del Patrimoni Natural)
- la prevenció de la contaminació dels aquífers
- l'establiment dels mecanismes de control derivats de les normatives implantades
- la promoció de la consciència social del bon ús que s'ha de fer dels recursos hídrics.

Per la seva banda el Ministeri de Salut, amb l'objectiu de protegir la salut pública nacional, compta amb un sistema de vigilància i control de les activitats vinculades a la distribució d'aigua destinada al consum humà¹⁸.

¹⁷ <https://www.mediambient.ad/pla-de-sanejament-aigues>

¹⁸ <https://www.salut.ad/manipuladors-d-aliments/departament-de-salut/sistema-nacional-de-vigilancia-de-l-aigua-de-consum-huma>

1.2.4 Expansió de malalties infeccioses

Les malalties infeccioses emergents són un repte molt crític per a la salut pública. La transmissió de malalties tradicionalment “tropicals” s’han detectat a l’Europa continental en els darrers anys. Aquesta situació fa que Europa sigui un possible “hot spot” de malalties infeccioses emergents i reemergents. Això ha portat als diferents governs nacionals i les autoritats sanitàries a reforçar els sistemes de monitorització i també la cooperació internacional (Lindgren et al., 2012). Els cicles de transmissió de les malalties transmeses per vectors són sensibles als factors climàtics, però el risc de malaltia també es veu afectat per una xarxa de factors molt complexa: com els usos del sòl, el control dels vectors, la conducta humana, els moviments de població, el comerç mundial, i les pròpies capacitats del sistema de salut pública.

Si bé a Andorra s’ha realitzat estudis epidemiològic, com els fets durant la pandèmia Covid-19 (Berke et al., 2022 ; Royo-Cebrecos et al., 2021) no es disposa d’estudis epidemiològics específics sobre l’impacte de les malalties transmeses per vectors i el canvi climàtic. Però els canvis en les temperatures i els patrons de precipitació poden facilitar l’expansió geogràfica dels vectors, permetent que aquestes malalties apareguin en noves regions on abans no eren comuns. Això fa pensar que Andorra igual que la resta de països europeus, és probable que experimenti efectes similars donada la seva situació geogràfica i les tendències climàtiques regionals.

Actualment el Ministeri de Salut és qui s’ocupa de la vigilància de salut pública¹⁹ tant de les malalties infeccioses (Ordre ministerial del 22-4-2020) com de la vigilància epidemiològica ambiental. El sistema de vigilància permet:

- Identificar i caracteritzar els casos, els clústers i el brots epidèmics de malalties de declaració obligatòria i establir les mesures de control en cas necessari, per tal de disminuir la incidència o la propagació de la malaltia.
- Analitzar les característiques epidèmiques, les probables exposicions i els contactes dels casos de malalties de declaració obligatòria.
- Determinar canvis de freqüència d’aparició de les malalties de declaració obligatòria.
- Permetre la comparació amb patrons de malaltia d’altres països.

Si bé la vigilància de les malalties és clau pel sistema de sanitat pública, també ho és per la prevenció el seguiment i vigilància de la presència de vectors en el territori, com el mosquit tigre.

¹⁹ <https://www.salut.ad/manipuladors-d-aliments/departament-de-salut/sistema-nacional-de-vigilancia-de-la-salut-publica>

1.2.5 Impacte en la salut mental

Tal com l'IPCC, l'OMS i la comunitat científica està transmeten en els seus estudis, els efectes del canvi climàtic sobre la salut mental i el benestar són una de les repercussions generals sobre la salut humana relacionades amb el clima (Clayton et al., 2014). Les conseqüències del canvi climàtic en la salut mental van des de símptomes d'estrès i angoixes, fins a trastorns clínics, com l'ansietat, la depressió, l'estrès post-traumàtic i el suïcidi (Berry et al., 2010; Bundo et al., 2021). Altres conseqüències són els efectes sobre la vida quotidiana, les percepcions i les experiències de les persones i les comunitats que intent entendre i respondre a les implicacions del canvi climàtic. Aquestes conseqüències, rarament es produeixen de forma aïllada, sinó que sovint interactuen amb altres factors d'estrès social o ambiental (Dodgen et al., 2016).

Algunes de les certeses que es presenten a l'informe de l'IPCC (Lee et al., 2023) són: que l'exposició a desastres naturals té conseqüències en la salut mental, que alguns grups específics de població (nens, gent gran, població amb malalties mentals preexistents, indigents, etc) es troben en una situació de més risc per vulnerabilitat, i que els episodis de calor intensa suposen un major risc per la població amb malalties mentals.

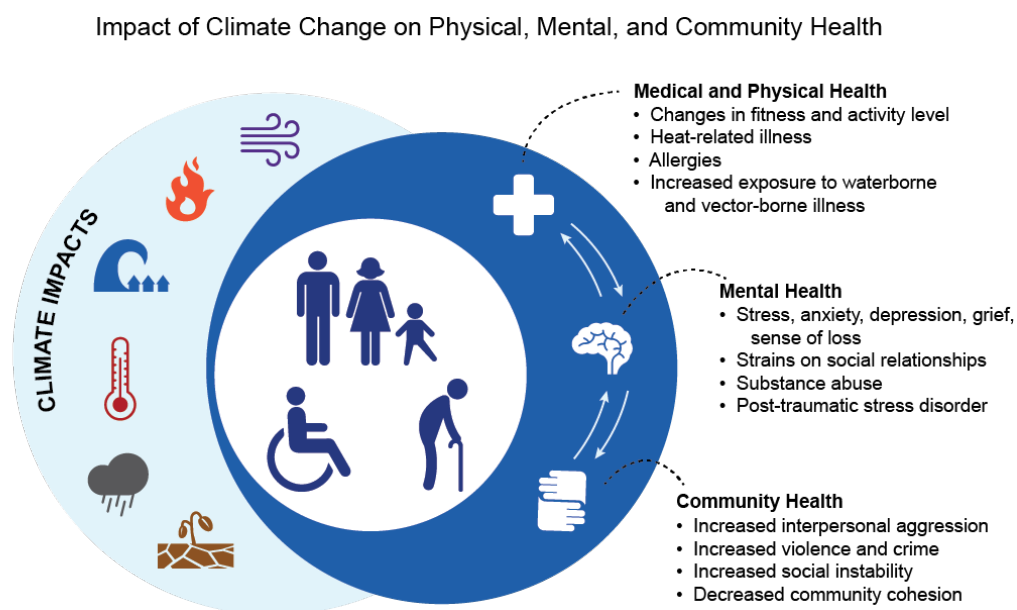


Fig. 6. Resum dels tres principals factors que interactuen en els riscos sobre la salut humana: factors climàtics i ambientals, la població vulnerable, i els tres àmbits sanitaris interconnectats: salut mèdica i física, salut mental i salut comunitària. Font: (Crimmins et al., 2016b)

1.2.6 Tendències demogràfiques i socioeconòmiques Andorra

En els resultats presentats en el treball "Projecció de la població d'Andorra, 2023-2035"²⁰ determina que l'evolució de la població d'Andorra es caracteritzarà per un creixement en tots els escenaris de la projecció aplicant diferents hipòtesis (alta, única i baixa) en els diferents fenòmens demogràfics com son la mortalitat, la fecunditat, la immigració i la emigració. La població passarà dels 81.836 residents estimats a 1 de gener de 2023 a un ventall que oscil·larà entre els 89.775 (escenari baix) i els 99.022 a l'1 de gener del 2035 de l'escenari Alt, amb un escenari central de 95.3790 habitants en 2035.

Evolució de la població 2023-2035

Escenari Alt		Escenari Central		Escenari Baix	
17.186	+21%	13.543	+16.55%	7.939	+9.7%

Les diferències entre escenaris estaran determinats pels diferents ritmes de creixement de la migració (Fig. 7). La població de menys de 15 anys disminuirà en els tres escenaris tot i tenir un lleuger increment de la fecunditat en un dels escenaris. La població entre 35-59 anys té un efecte acumulatiu de les immigracions de les persones en edat laboral. On es destaca un increment per tots els escenaris és en la població de més de 65 anys en un màxim del 22% al 2035. Segons l'informe l'augment de la població es produirà, per tant, en un context de major envelliment relatiu, potenciat, en part, pels baixos nivells de fecunditat considerats en tots els escenaris. Creixement a menor ritme, envelliment creixent i manteniment d'una notable població en edat laboral seran els tres aspectes que caracteritzaran la dinàmica de la població d'Andorra en el pròxim decenni i que seran claus per fer l'avaluació de vulnerabilitat del sector salut.

Piràmide de població. Escenari Mitjà. Andorra (2024 i 2036)

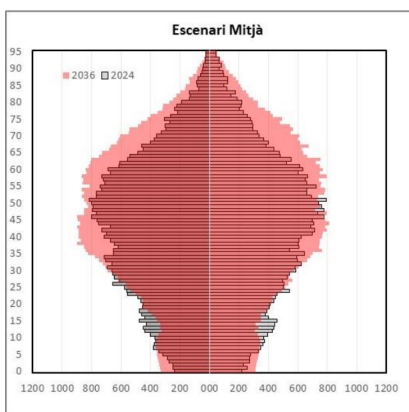


Fig. 7: Piràmide poblacional Escenari Mitjà 2024-2036. Font: Projecció de la població d'Andorra, 2024-2036, J.Recaño, 2025²¹.

²⁰ <https://www.ari.ad/projectes/projeccio-demografica>

²¹ https://sig.govern.ad/SIGDDE.Public/Files/Documents/Notes_prensa_noticies/A015_20250203_A.pdf

L'observatori social, realitzat per l'eix de Societat d'AR+I, fa un seguiment periòdic per mesurar l'evolució d'indicadors de diferents aspectes de la societat andorrana. S'aborden qüestions en relació a la salut mental com per exemple als resultats del 2023

O bé l'observatori temàtic de salut s'aborden qüestions com "Per raons financeres, per dificultats per desplaçar-se o qualsevol altre impediment, ha deixat d'anar algun cop al metge/hospital per alguna consulta mèdica o alguna cura malgrat tenir algun problema de salut?". Per exemple, als resultats del 2006²² es descrivia que aquelles persones que van respondre amb un percentatge lleugerament superior (tot i ser molt baix) que havien deixat d'anar el metge per raons financeres eren els treballadors no qualificats (7,3%), les mestresses de casa (6%), els jubilats (4,6%) i els professionals tècnics o similars (4,6%)

1.2.7 Quantificar els impactes en la salut

La capacitat de quantificar molts dels tipus d'impacte sobre la salut depenen de la disponibilitat de dades sobre la incidència o la prevalència de referència sobre la salut, la capacitat de caracteritzar els canvis futurs en els tipus d'exposició rellevants per l'impacte en concret sobre la salut i el millor coneixement que es tingui entre l'exposició i els impactes. Els impactes sobre la salut en què hi intervenen molts factors, com per exemple les malalties infeccioses, poden requerir d'un enfoc de modelització diferent i més complex que altres impactes (i.e. onades de calor i salut). Si s'adquireix un coneixement sòlid sobre aquestes relacions, alguns impactes sobre la salut, fins i tot els que es poden produir en llocs o èpoques de l'any sense precedents, poden ser predictibles. La manca de dades o de les relacions entre factors, dificulta la generació d'aquests models (Bhatia R., 2011).

1.3 Adaptació del sector salut a Andorra

En les mesures d'adaptació previstes al PAACC (2014)²³ pel sector de la salut les mesures d'adaptació passen per l'educació, formació i sensibilització de la població per a que conegui com actuar davant de fenòmens climàtics extrems, com onades de calor, i davant dels riscos naturals associats al canvi climàtic. En la millora de l'atenció sociosanitària dels col·lectius vulnerables. Aquesta mesura d'adaptació, inclou diferents accions:

²² <https://sociologia.ad/sondejos/247-per-tematica/875-salut>

²³ <https://www.govern.ad/ca/tematiques/accio-climatica/energia-i-canvi-climatic/canvi-climatic/l-adaptacio-d-andorra-al-canvi-climatic>

- Generació d'alertes a la població més vulnerable davant d'episodis extrems, tals com fomentar la hidratació, no sortir de l'habitatge durant períodes extrems, etc.
- Instal·lació d'un comptador pol·línic i creació d'alertes segons llindars de risc de concentració de pol·len.
- Foment de la instal·lació de filtres pol·línics en espais tancats públics.
- Renovació i filtratge d'aire en ambients confinats.
- Dotar serveis d'urgències i formar el personal dels CAPs.

Altres mesures que es van determinar en la PAACC i que actualment estan contemplades en el marc de la Llei aprovada al 2018 Llei d'Impuls a la Transició Energètica i de Canvi Climàtic (LITECC) per potenciar la transició energètica cap a un nou model i estudiar l'impacte i la vulnerabilitat del territori en relació amb el canvi climàtic són per una banda, adequar les normes urbanístiques amb criteris d'eficiència energètica a la llar, per garantir el confort tèrmic i el benestar de la població al mateix temps que vetllar per fer un ús eficient de l'energia. Pel que fa a la transferència de serveis entre països es vol treballar en la cooperació sanitària entre països, davant l'aparició de nous vectors transmissors de noves malalties. En aquest sentit, aquests nous vectors s'han de tenir en compte a l'hora de crear plans de prevenció i mantenir les instal·lacions en bon estat. Finalment, en el procés participatiu també es va tenir en compte la creació d'un passaport sanitari en què es pugui revisar si les persones que arriben a Andorra han estat en països que tenen risc de malalties emergents. A, B, C D, I E. Formar més professionals sanitaris en malalties tropicals.

2. Abast de l'estudi

Seguint les recomanacions de l'Organització Mundial de la Salut (WHO, 2021; WHO, 2024) aquest estudi vol ser el marc de referència que pretén per una banda fer una revisió de l'estat de l'art dels impactes del canvi climàtic sobre la salut. D'altra banda, avaluar els impactes i vulnerabilitats actuals i futures sobre la salut humana a causa del canvi climàtic a Andorra. Aquesta avaluació es vol assolir a partir de la definició i monitorització de diferents indicadors que donin resposta de l'estat actual i futur en termes de: impacte, vulnerabilitat, exposició i adaptació al canvi climàtic del territori andorrà. La tipologia dels indicadors s'ha realitzat d'acord al document "Canvi climàtic: components del risc"²⁴.

Els resultats de l'avaluació a escala nacional, i/o parroquial si s'escau, proporcionarà la informació de base que necessiten els responsables de la presa de decisions per gestionar els nous reptes en l'àmbit dels riscos sanitaris. Un aspecte clau de l'estudi serà la identificació i centralització de les fonts de dades necessàries per abordar l'anàlisi i/o en la seva actualització amb noves metodologies o bé que responguin a la casuística local d'una petita regió muntanyosa com Andorra, que pot diferir dels criteris utilitzats o les qüestions a respondre en estudis d'avaluació que es fan habitualment a escala nacional, ja que necessita respondre a criteris més locals.

Els riscos sanitaris descrits a la secció 1 que s'abordaran en aquest estudi seran:

- Impactes directes a la salut: relacionats amb l'increment de la temperatura, la contaminació atmosfèrica, la pols sahariana i els aero-al·lèrgens.
- Augment de fenòmens meteorològics i climàtics extrems
- Canvis en els cicles naturals, en concret el cicle de l'aigua
- Expansió de malalties infeccioses: transmeses per vectors o per l'aigua
- Salut mental (pendent de valorar)

X			Factor climàtic			Potencials impactes
			Augment temperatura	Variabilitat precipitació	Variabilitat vent	
SALUT HUMANA	Impactes directes a la salut	Variació temperatura	onada de calor o fred	sequera		Afectacions a la salut humana (mortalitat, morbiditat, ingressos) per calor o fred
		Contaminació de l'aire	Onades calor, inversions tèrmiques, incendis	precipitació	Estabilitat atmosfèrica	Variacions en la qualitat de l'aire, i afectacions a la salut humana (morbidity, ingressos)
		Pols sahariana	Intrusions saharianes			Variacions en la qualitat de l'aire i afectacions a la salut humana (morbidity, ingressos)
		Aero-al·lèrgens	Increment temperatura	Variabilitat precipitació		Variacions en els cicles pol·línics estacionals i afectacions a la salut humana (morbidity, ingressos)

²⁴ https://ari.ad/images/projectes/evicc/components_risc.pdf

	Fenòmens extremes	Meteorològics	Onades de calor o fred	Precipitació intensa, tempestes, calamarsada	ventades	Variació en la freqüència/intensitat dels fenòmens, afectació a les comunitats i població (letalitat o danys)
		Climàtics		sequera		Variació en la freqüència/intensitat dels fenòmens, afectació a les comunitats i població (letalitat o danys)
		Naturals	incendis	Inundacions, moviments de vessant, allaus		Variació en la freqüència/intensitat dels fenòmens , afectació a les comunitats i població (letalitat o danys)
	Malalties infeccioses	Vectors	sequera	inundacions, pluja intensa		Alteracions a la distribució geogràfica dels vectors (presència). Afectació a la salut humana.
		Aigua	sequera	inundacions, pluja intensa		Alteracions de la qualitat (presència de vectors). Afectació a la salut humana.
	Cicle de l'aigua		sequera	inundacions, pluja intensa		Afectació a l'abastiment d'aigua pel consum humà, per manca de recurs i/o de qualitat. Afectació a la salut humana
	Salut Mental		extremes	extremes	extremes	Increment de la percepció directe dels efectes del canvi climàtic pot tenir efectes adversos sobre la salut mental (estrès, tensió, desordres post- traumàtics, etc.) i impactes socials

*Taula 1. Resum dels potencials perills i impactes del canvi climàtic sobre el
sector de la salut a Andorra associats als riscos sanitaris seleccionats*

Serà d'especial interès la identificació dels factors de vulnerabilitat que poden intervenir en cadascun dels riscos, ja siguin ambientals (variabilitat climàtica), socio-econòmics (demografia, edat, sexe, desigualtat, col·lectius específics, activitats) o bé relacionats amb la capacitat d'adaptació, ja que tenen una afectació directa en les tendències dels impactes en salut pública, en termes de mortalitat humana, ingressos hospitalaris, o accidents laborals, entre altres.

El context polític actual que acompanya aquest estudi s'emmarca en el desplegament que des de fa uns anys ha iniciat el Govern d'Andorra, amb una sèrie d'estratègies i legislacions en matèria d'adaptació al canvi climàtic que han permès avançar en la gestió d'aquesta problemàtica. El 2 de març del 2011 Andorra va adherir-se al conveni Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic (CMNUCC). El 2014 el procés participatiu llançat pel Govern (PAACC) es van identificar mesures d'adaptació necessàries per disminuir la vulnerabilitat dels impactes del Canvi Climàtic i dotar al país de recursos. Amb l'Acord de Paris, durant la COP21 del 2015 es va definir una nova estratègia i la implementació dels instruments relacionats en la lluita del canvi climàtic, i va portar a l'aprovació el 2018 de la Llei d'Impuls a la Transició Energètica i de Canvi Climàtic (LITECC) que preveu altres mesures d'adaptació per potenciar la transició energètica cap a un nou model. Més recentment, el 2021, des del Consell General es va reconèixer i declarar l'estat d'Emergència Climàtica.

L'estudi està previst finalitzar-lo l'any 2026, però l'increment previst dels efectes del canvi climàtic i el desenvolupament continu dels països i així com els seus canvis polítics fan que els estudis d'avaluació com aquest segueixin un procés iteratiu. Els

resultats de l'estudi hauran de proporcionar una informació de base que requerirà ser actualitzada de forma continua amb la periodicitat que es decideixi.

2.1 Equip del projecte i actors clau

L'estudi està liderat per Andorra Recerca + Innovació, en concret des de l'eix Muntanya, i amb sinergia amb l'eix de Sostenibilitat. L'equip de treball també inclou l'Oficina de l'Energia i el Canvi Climàtic d'Andorra.

Com a actors claus s'incorporen representants d'altres departaments i ministeris responsables de la presa de decisió de cadascun dels impactes i riscos sanitaris que s'abordaran a l'estudi. Conjuntament amb ells es definiran i validaran les qüestions claus que l'estudi ha d'abordar. Els actors es detallen a la següent taula.

Actors clau	Tasques/Beneficis
Ministeri de Salut - Àrea de Recursos Sanitaris - Àrea de Seguretat Alimentària i Entorn	Proveïdors d'informació salut (i.e. Mortalitat), vigilància de malalties infeccioses per vectors. Definició d'indicadors. Models epidemiològics per alertes a la població
SAAS - Servei Andorrà d'Atenció Sanitària	Proveïdors d'informació salut (Hospital)
Laboratori Nacional d'Epidemiologia	Definició d'indicadors
Departament de Medi Ambient i Sostenibilitat	Proveïdors d'informació qualitat de l'aire, qualitat de l'aigua i vectors. Definició d'indicadors. Alertes a la població.
Servei Meteorològic Nacional	Proveïdors de dades climàtiques. Avisos població
Departament Estadística de Govern	Proveïdors d'informació socio-econòmica
Departament de Protecció Civil i Gestió d'Emergències del Govern d'Andorra	Usuari final que s'ocupa de la prevenció i gestió de l'emergència. Alertes a la població.

2.2 Entitats col·laboradores externes

Durant els transcurso del projecte es comptarà amb la col·laboració d'entitats col·laboradores externes que donaran suport en diferents línies de treball del projecte. Les tasques principals en les que col·laborarà cada entitat es descriuen de forma resumida a la taula. No es descarta incorporar alguna altra entitat col·laboradora, sempre i quan l'especificitat de l'anàlisi a dur a terme ho requereixi.

Entitats col·laboradores	Tasca
SAAS	Proveïdors d'informació salut, participació en la definició d'indicadors
Estadística Govern	Proveïdors d'informació socioeconòmica
ISGlobal (Barcelona Institut for Global Health)	Assessorament en la definició d'indicadors - de l'escala global a la local. Generació de models epidemiològics.
Universitat de Barcelona	Estudi dels efectes dels extrems climàtics sobre la qualitat de l'aire. Projeccions climàtiques.

3. Pla de treball

3.1 Definició de l'abast de l'estudi

Duració	12/2022 – 10/2024	Entitats col·laboradores	OECC, Ministeri Salut, SAAS, Medi ambient
---------	----------------------	-----------------------------	--

Aquesta primera tasca consisteix en la definició de l'abast de l'estudi d'avaluació de l'impacte i vulnerabilitats del canvi climàtic en el sector salut. El document ha de recollir:

- Establir l'equip de treball i el pla de treball, incloent representants d'altres departaments i ministeris, o col·laboradors externs.
- Identificar l'estat de l'art d'abast internacional i nacional i les qüestions que s'han d'abordar a l'estudi, així com el context polític en què s'emmarca.
- Definir els riscos sanitaris, els resultats, la regió geogràfica i el període pel qual es realitzarà l'avaluació.
- Identificar la informació i les dades que serviran de base de l'avaluació

Resultats esperats

S'elaborarà un informe d'abast i metodologia específic pel sector salut, i es compartirà amb tot l'equip de treball (actors claus).

Es desenvoluparà una base de dades per tal de documentar totes les fonts d'informació i dades per elaborar l'estudi (BD-Indicadors-EVICC²⁵).

3.2 Avaluació de la vulnerabilitat i impacte: actual i evolució futura

Duració	03/2023 – 12/2025	Entitats col·laboradores	Ministeri Salut, Medi ambient, SAAS, Estadística, IS-Global, UB
---------	----------------------	-----------------------------	---

3.2.1 Definició indicadors d'impacte i vulnerabilitat

Per a la definició dels indicadors serà necessari identificar, descriure i prioritzar els factors climàtics i ambientals que afecten la salut. A partir d'aquí es podrà iniciar l'anàlisi de les relacions entre les condicions meteorològiques i climàtiques actuals i passades amb els impactes sobre la salut humana a Andorra. S'utilitzarà el treball del "The Lancet Count down" com a marc de treball de referència (van Daalen, 2022).

²⁵ <https://ari.ad/bd-indicadors-evicc>

La tipologia dels indicadors podran tenir una naturalesa diferent, en funció del factor que intervingui. En alguns casos els indicadors es basaran directament en observacions (i.e. xarxes de vigilància) o reanàlisis climàtics i en altres amb modelitzacions (i.e. modelització epidemiològica). Els indicadors hauran de tenir en compte els següents criteris: significatiu, rellevant, científicament sòlid i reproduïble, temporalment i geogràficament representatiu, fonts fiables i actualitzable.

Per fer una avaluació del risc futur i descriure com podrien canviar els actuals impactes sobre la salut caldrà tenir en consideració els diferents escenaris de canvi climàtic, així com poder projectar qualitativa o quantitativament la vulnerabilitat (projeccions socio-econòmiques entre altres).

Resultats esperats

S'elaborarà un informe dels indicadors de vulnerabilitat i impacte seleccionats, així com de la metodologia utilitzada per al seu càlcul actual i futur.

S'inclourà a la base de dades el recull de tots els indicadors i la informació rellevant associada.

3.2.2 Càlcul dels indicadors de vulnerabilitat i impacte: estat actual i determinació de tendències futures

Per tal de dur a terme els càlcul dels indicadors definits a la tasca 3.2.1, es recopilaran i organitzaran totes les fonts de dades necessàries. Es prioritzaran, quan sigui possible, les dades observades que en cas de ser necessari es complementaran amb dades modelitzades. Es realitzarà l'anàlisi estadístic per identificar les tendències actuals per cada un dels risc sanitaris i així poder avaluar les àrees més rellevants del sector sanitari en relació amb l'impacte del canvi climàtic, com també la població i zones més vulnerables. Finalment, sempre que sigui possible es faran les projeccions dels indicadors d'impacte sota escenaris de canvi climàtic.

La documentació de tota la informació de referencia serà clau per poder fer seguiment i vigilància de possibles canvis de la vulnerabilitat futura i posteriorment avaluar les opcions d'adaptació

Resultats esperats

Disposar de les observacions i els models necessaris pel càlcul d'indicadors a escala de país.

Els resultats s'inclouran a la base de dades d'indicadors de l'estudi de vulnerabilitats i impactes del canvi climàtic (BD-Indicadors-EVICC²⁶).

²⁶ <https://ari.ad/bd-indicadors-evicc>

Es completarà amb un informe amb tots els resultats i, si s'escau, amb recomanacions pels casos en què els indicadors no s'hagin pogut calcular i es considerin prioritaris.

3.3 Avaluació de l'adaptació: definició i càlcul d'indicadors d'adaptació

Duració	06/2025 – 12/2026	Entitats col·laboradores	SAAS, IS-GLOBAL
---------	----------------------	-----------------------------	-----------------

Mesurar el progrés en l'adaptació al canvi climàtic és essencial per comprendre les vulnerabilitats canviants, a més de mostrar com les polítiques, estratègies i iniciatives d'adaptació adoptades influeixen en aquestes (Goonesekera & Olazabal, 2022a). Aquesta tasca consisteix en la identificació d'indicadors per avaluar el progrés de l'adaptació al canvi climàtic del sector energètic andorrà. Els indicadors identificats seran aplicables a escala nacional, calculables a Andorra amb les dades actuals i, alguns d'ells, calculables a futur a través de modelització. Es preveu una major dificultat per establir els indicadors degut al buit generalitzat de coneixement i pràctica respecte a la definició i l'ús d'indicadors d'adaptació (Goonesekera & Olazabal, 2022b).

S'inclourà la revisió de les mesures que es van preveure al PAAC i el seguiment de la seva implementació.

Resultats esperats

S'incorporaran els indicadors identificats a la base de dades comuna d'indicadors de l'estudi de vulnerabilitats i impactes del canvi climàtic (BD-Indicadors-EVICC²⁷).

²⁷ <https://ari.ad/bd-indicadors-evicc>

Referències

- Achebak, H., Rey, G., Chen, Z. Y., Lloyd, S. J., Quijal-Zamorano, M., Méndez-Turrubiates, R. F., & Ballester, J. (2024). Heat Exposure and Cause-Specific Hospital Admissions in Spain: A Nationwide Cross-Sectional Study. *Environmental Health Perspectives*, 132(5). <https://doi.org/10.1289/EHP13254>
- Adler, C., P. Wester, I. Bhatt, C. Huggel, G.E. Insarov, M.D. Morecroft, V. Muccione, and A. Prakash, 2022: **Cross-Chapter Paper 5: Mountains**. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 2273–2318, doi:10.1017/9781009325844.022.
- Albalat, A., Trapero, L., Quintana, A., Lemus, M., 2023. Anàlisi dels episodis d'onada de calor en una zona d'orografia complexa: el cas d'Andorra. XXIX Jornades de meteorologia Eduard Fontserè, Barcelona, 26 novembre de 2023.
- Ballester, J., Quijal-Zamorano, M., Méndez Turrubiates, R. F., Pegenaute, F., Herrmann, F. R., Robine, J. M., Basagaña, X., Tonne, C., Antó, J. M., & Achebak, H. (2023). Heat-related mortality in Europe during the summer of 2022. *Nature Medicine*, 29(7), 1857–1866. <https://doi.org/10.1038/s41591-023-02419-z>
- Ban, J., Lu, K., Wang, Q., & Li, T. (2022). Climate change will amplify the inequitable exposure to compound heatwave and ozone pollution. *One Earth*, 5(6), 677–686. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.05.007>
- Basagaña, X., Sartini, C., Barrera-Gómez, J., Dadvand, P., Cunillera, J., Ostro, B., Sunyer, J., & Medina-Ramón, M. (2011). Heat waves and cause-specific mortality at all ages. *Epidemiology*, 22(6), 765–772. <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e31823031c5>
- Beaufils, N., Boucher, J., Peydecastaing, J., Rigal, L., Vilarem, G., Villette, M. J., Candy, L., & Pontalier, P. Y. (2021). The effect of time and temperature on the extraction of xylose and total phenolic compounds with pressurized hot water from hardwood species used for pulp and paper production in the South of France. *Bioresource Technology Reports*, 16, 100832. <https://doi.org/10.1016/J.BITEB.2021.100832>
- Beguería, S., Caballero, Y., Le Cointe, P., Palazón Tabuenca, L., Zabaleta, A., Llasat, M. D. C., Team, P.-P. (2022, June). Caracterización de los recursos hídricos de los Pirineos en la actualidad, y escenarios futuros [Informe]. *Memorias científicas del proyecto PIRAGUA*, vol. 1. CSIC - Estación Experimental de Aula Dei (EEAD). <http://doi.org/10.20350/DIGITALCSIC/14683>

- Bell, J.E., S.C. Herring, L. Jantarasami, C. Adrianopoli, K. Benedict, K. Conlon, V. Escobar, J. Hess, J. Luvall, C.P. Garcia-Pando, D. Quattrochi, J. Runkle, and C.J. Schreck, III, 2016: Ch. 4: Impacts of Extreme Events on Human Health. The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, 99–128. <http://dx.doi.org/10.7930/J0BZ63ZV>
- Berke, A., Doorley, R., Alonso, L., Arroyo, V., Pons, M., & Larson, K. (2022). Using mobile phone data to estimate dynamic population changes and improve the understanding of a pandemic: A case study in Andorra. *PLOS ONE*, 17(4), e0264860. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264860>
- Berry, H. L., Bowen, K., & Kjellstrom, T. (2010). Climate change and mental health: A causal pathways framework. *International Journal of Public Health*, 55(2), 123–132. <https://doi.org/10.1007/s00038-009-0112-0>
- Bundo, M., de Schrijver, E., Federspiel, A., Toreti, A., Xoplaki, E., Luterbacher, J., Franco, O. H., Müller, T., & Vicedo-Cabrera, A. M. (2021). Ambient temperature and mental health hospitalizations in Bern, Switzerland: A 45-year time-series study. *PLoS ONE*, 16(10 October 2021). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258302>
- Calvin, K., Dasgupta, D., Krinner, G., Mukherji, A., Thorne, P. W., Trisos, C., Romero, J., Aldunce, P., Barrett, K., Blanco, G., Cheung, W. W. L., Connors, S., Denton, F., Diongue-Niang, A., Dodman, D., Garschagen, M., Geden, O., Hayward, B., Jones, C., ... Ha, M. (2023). IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland. (P. Arias, M. Bustamante, I. Elgizouli, G. Flato, M. Howden, C. Méndez-Vallejo, J. J. Pereira, R. Pichs-Madruga, S. K. Rose, Y. Saheb, R. Sánchez Rodríguez, D. Ürgé-Vorsatz, C. Xiao, N. Yassaa, J. Romero, J. Kim, E. F. Haites, Y. Jung, R. Stavins, ... C. Péan, Eds.). <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Chen, K., Wolf, K., Breitner, S., Gasparrini, A., Stafoggia, M., Samoli, E., Andersen, Z. J., Bero-Bedada, G., Bellander, T., Hennig, F., Jacquemin, B., Pekkanen, J., Hampel, R., Cyrus, J., Peters, A., & Schneider, A. (2018). Two-way effect modifications of air pollution and air temperature on total natural and cardiovascular mortality in eight European urban areas. *Environment International*, 116, 186–196. <https://doi.org/10.1016/J.ENVINT.2018.04.021>
- Clayton, S., C.M. Manning, and C. Hodge, 2014: Beyond Storms & Droughts: The Psychological Impacts of Climate Change. 51 pp. American Psychological Association and ecoAmerica, Washington, D.C. <http://ecoamerica.org/wp->

content/uploads/2014/06/eA_Beyond_Storms_and_
Droughts_Psych_Impacts_of_Climate_Change.pdf

- Cramer, W. , G. W. Y. M. A. C. H. U. M. M. A. F. da S. D. A. S. D. A. S. and L. T. (2014). Detection and attribution of observed impacts. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. pp 979–1038.
- Crimmins, A., Balbus, J., Gamble, J. L., Beard, C. B., Bell, J. E., Dodgen, D., Eisen, R. J., Fann, N., Hawkins, M. D., Herring, S. C., Jantarasami, L., Mills, D. M., Saha, S., Sarofim, M. C., Trtanj, J., & Ziska, L. (2016a). The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment. <https://doi.org/10.7930/J0R49NQX>
- Crimmins, A., Balbus, J., Gamble, J. L., Beard, C. B., Bell, J. E., Dodgen, D., Eisen, R. J., Fann, N., Hawkins, M. D., Herring, S. C., Jantarasami, L., Mills, D. M., Saha, S., Sarofim, M. C., Trtanj, J., & Ziska, L. (2016b). The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment. <https://doi.org/10.7930/J0R49NQX>
- Dodgen, D., Donato, D., Kelly, N., La Greca, A., Morganstein, J., Reser, J., Ruzek, J., Schweitzer, S., Shimamoto, M. M., Thigpen Tart, K., & Ursano, R. (2016). Ch. 8: Mental Health and Well-Being. In The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment (pp. 217–246). U.S. Global Change Research Program. <https://doi.org/10.7930/J0TX3C9H>
- Domènech M., Travesset-Baro O., Pesado-Pons C. et al. Effects of global change on streamflow, water demand and supply: a case study from the Pyrenees, 06 February 2024, PREPRINT (Version 1) available at Research Square <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3915469/v1>
- Ebi, K. L., Capon, A., Berry, P., Broderick, C., de Dear, R., Havenith, G., Honda, Y., Kovats, R. S., Ma, W., Malik, A., Morris, N. B., Nybo, L., Seneviratne, S. I., Vanos, J., & Jay, O. (2021). Hot weather and heat extremes: health risks. In The Lancet (Vol. 398, Issue 10301, pp. 698–708). Elsevier B.V. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01208-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01208-3)
- Ebi, K. L., Hasegawa, T., Hayes, K., Monaghan, A., Paz, S., & Berry, P. (2018). Health risks of warming of 1.5 °C, 2 °C, and higher, above pre-industrial temperatures. Environmental Research Letters, 13(6), 063007. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aac4bd>
- Ebi, K. L., Ogden, N. H., Semenza, J. C., & Woodward, A. (2017). Detecting and attributing health burdens to climate change. Environmental Health Perspectives, 125(8). <https://doi.org/10.1289/EHP1509>

- Furdada, G., Margalef, A., Trapero, L., Pons, M., Areny, F., Baró, M., Reyes, A., & Guinau, M. (2020). The Avalanche of Les Fonts d'Arinsal (Andorra): An Example of a Pure Powder, Dry Snow Avalanche. *Geosciences*, 10(4), 126. <https://doi.org/10.3390/geosciences10040126>
- Gooneseckera, S. M., & Olazabal, M. (2022a). Climate adaptation indicators and metrics: State of local policy practice. *Ecological Indicators*, 145(November), 109657. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109657>
- Gooneseckera, S. M., & Olazabal, M. (2022b). Climate adaptation indicators and metrics: State of local policy practice. *Ecological Indicators*, 145(November), 109657. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109657>
- Govern d'Andorra (2023). Primer Informe Bienal de Transparencia de Andorra ante la Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. Gobierno de Andorra, 25 de octubre de 2023. <https://unfccc.int/documents/632855>
- Guo, Y., Gasparrini, A., Armstrong, B. G., Tawatsupa, B., Tobias, A., Lavigne, E., De Sousa Zanotti Stagliorio Coelho, M., Pan, X., Kim, H., Hashizume, M., Honda, Y., Leon Guo, Y. L., Wu, C. F., Zanobetti, A., Schwartz, J. D., Bell, M. L., Scortichini, M., Michelozzi, P., Punnasiri, K., ... Tong, S. (2017). Heat wave and mortality: A multicountry, multicomunity study. *Environmental Health Perspectives*, 125(8). <https://doi.org/10.1289/EHP1026>
- IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844
- Kang, Y., Khan, S., & Ma, X. (2009). Climate change impacts on crop yield, crop water productivity and food security – A review. *Progress in Natural Science*, 19(12), 1665–1674. <https://doi.org/10.1016/J.PNSC.2009.08.001>
- Lemus-Canovas, M., Gonzalez-Herrero, S., Trapero, L., Albalat, A., Insua-Costa, D., Senande-Rivera, M., & Miguez-Macho, G. (2025). Exploring the interplay between observed warming, atmospheric circulation, and soil-atmosphere feedbacks on heatwaves in a temperate mountain region. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 25(7), 2503–2518. <https://doi.org/10.5194/NHESS-25-2503-2025>
- Lemus-Canovas, M., Lopez-Bustins, J. A., Martín-Vide, J., Halifa-Marin, A., Insua-Costa, D., Martinez-Artigas, J., Trapero, L., Serrano-Notivoli, R., & Cuadrat, J. M. (2021). Characterisation of Extreme Precipitation Events in the Pyrenees: From the Local

- to the Synoptic Scale. *Atmosphere*, 12(6), 665. <https://doi.org/10.3390/atmos12060665>
- Lemus-Canovas, M., Ninyerola, M., Lopez-Bustins, J. A., Manguan, S., & Garcia-Sellés, C. (2019). A mixed application of an objective synoptic classification and spatial regression models for deriving winter precipitation regimes in the Eastern Pyrenees. *International Journal of Climatology*, 39(4), 2244–2259. <https://doi.org/10.1002/joc.5948>
- Lindgren, E., Andersson, Y., Suk, J. E., Sudre, B., & Semenza, J. C. (2012). Public health: Monitoring EU emerging infectious disease risk due to climate change. In *Science* (Vol. 336, Issue 6080, pp. 418–419). American Association for the Advancement of Science. <https://doi.org/10.1126/science.1215735>
- Martínez-Solanas, È., Quijal-Zamorano, M., Achebak, H., Petrova, D., Robine, J. M., Herrmann, F. R., Rodó, X., & Ballester, J. (2021). Projections of temperature-attributable mortality in Europe: a time series analysis of 147 contiguous regions in 16 countries. *The Lancet Planetary Health*, 5(7), e446–e454. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00150-9](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00150-9)
- ONU. (2015). *The Human Cost of Weather-Related Disasters 1995–2015*.
- Pesado, C. (2021). La sostenibilitat de l'aigua a Andorra: efectes a llarg termini del canvi climàtic i socioeconòmic en el recurs hídric. <https://www.tdx.cat/handle/10803/672544#page=1>
- Primer Informe Bial de Transparencia de Andorra ante la Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. (n.d.).
- Rai, M., Stafoggia, M., de'Donato, F., Scortichini, M., Zafeiratou, S., Vazquez Fernandez, L., Zhang, S., Katsouyanni, K., Samoli, E., Rao, S., Lavigne, E., Guo, Y., Kan, H., Osorio, S., Kyselý, J., Urban, A., Orru, H., Maasikmets, M., Jaakkola, J. J. K., ... Breitner, S. (2023). Heat-related cardiorespiratory mortality: Effect modification by air pollution across 482 cities from 24 countries. *Environment International*, 174. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.107825>
- Reuveny, R. (2007). Climate change-induced migration and violent conflict. *Political Geography*, 26(6), 656–673. <https://doi.org/10.1016/J.POLGEO.2007.05.001>
- Sarasua M., & Udina, M. (2022). Observational and modelling analysis of pollutant concentrations and meteorological factors in Andorra: A thermal inversion case study.
- Smith, K. R., Woodward, A., Campbell-Lendrum, D., Chadee Trinidad, D. D., Honda, Y., Liu, Q., Olwoch, J. M., Revich, B., & Sauerborn, R. (2014). Human Health: Impacts, Adaptation, and Co-Benefits. In *IPCC Working Group II Assessment and Review 5*.

- Summary for Policymakers. (2022). In *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability* (pp. 3–34). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.001>
- Trapero, L., Bech, J., Duffourg, F., Esteban, P., & Lorente, J. (2013). Mesoscale numerical analysis of the historical November 1982 heavy precipitation event over Andorra (Eastern Pyrenees). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13(11), 2969–2990. <https://doi.org/10.5194/nhess-13-2969-2013>
- Trapero, L., Bech, J., & Lorente, J. (2013). Numerical modelling of heavy precipitation events over Eastern Pyrenees: Analysis of orographic effects. *Atmospheric Research*, 123, 368–383. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2012.09.014>
- van Daalen, K. R., Romanello, M., Rocklöv, J., Semenza, J. C., Tonne, C., Markandya, A., Dasandi, N., Jankin, S., Achebak, H., Ballester, J., Bechara, H., Callaghan, M. W., Chambers, J., Dasgupta, S., Drummond, P., Farooq, Z., Gasparyan, O., Gonzalez-Reviriego, N., Hamilton, I., ... Lowe, R. (2022a). The 2022 Europe report of the Lancet Countdown on health and climate change: towards a climate resilient future. In *The Lancet Public Health* (Vol. 7, Issue 11, pp. e942–e965). Elsevier Ltd. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(22\)00197-9](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(22)00197-9)
- van Daalen, K. R., Tonne, C., Semenza, J. C., Rocklöv, J., Markandya, A., Dasandi, N., Jankin, S., Achebak, H., Ballester, J., Bechara, H., Beck, T. M., Callaghan, M. W., Carvalho, B. M., Chambers, J., Pradas, M. C., Courtenay, O., Dasgupta, S., Eckelman, M. J., Farooq, Z., ... Lowe, R. (2024). The 2024 Europe report of the Lancet Countdown on health and climate change: unprecedented warming demands unprecedented action. *The Lancet Public Health*, 9(7), e495–e522. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(24\)00055-0](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(24)00055-0)
- Watts, N., Adger, W. N., & Agnolucci, P. (2015). Health and climate change: Policy responses to protect public health. In *Environnement, Risques et Sante* (Vol. 14, Issue 6, pp. 466–468). John Libbey Eurotext. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60854-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60854-6)
- Watts, N., Amann, M., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K., Bouley, T., Boykoff, M., Byass, P., Cai, W., Campbell-Lendrum, D., Chambers, J., Cox, P. M., Daly, M., Dasandi, N., Davies, M., Depledge, M., Depoux, A., Dominguez-Salas, P., Drummond, P., Ekins, P., ... Costello, A. (2018). The Lancet Countdown on health and climate change: from 25 years of inaction to a global transformation for public health. In *The Lancet* (Vol. 391, Issue 10120, pp. 581–630). Lancet Publishing Group. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32464-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32464-9)
- WHO (2021). *Climate change and health: vulnerability and adaptation assessment*. Geneva: World Health Organization. <https://iris.who.int/handle/10665/345968>.

WHO (2024). Compendium of WHO and other UN guidance in health and environment, 2024 update. Geneva: World Health Organization; 2024. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/378095/9789240095380-eng.pdf?sequence=1>