



Govern d'Andorra



LA QUALITAT DE L'AIRE A ANDORRA ANY 2024

Ministeri de Medi Ambient, Agricultura i
Ramaderia

Andorra la Vella, abril del 2025

Informe

LA QUALITAT DE L'AIRE A ANDORRA – ANY 2024

1. INTRODUCCIÓ

L'aire és indispensable per a la vida de les persones, de la fauna i de la vegetació; és un bé essencial limitat que s'ha de preservar. La Llei sobre la contaminació atmosfèrica i els sorolls, aprovada pel Consell General el 30 de desembre de 1985, preveu que el Departament de Medi Ambient i Sostenibilitat vigili la qualitat de l'aire. Per aquest motiu, s'ha desenvolupat el Reglament de control de la contaminació atmosfèrica, que defineix els contaminants que s'han de mesurar, els nivells límit i els nivells d'informació i d'alerta a la població.

El Govern va aprovar, el 18 d'octubre del 2017, l'estratègia de medi atmosfèric amb l'objectiu de definir, vistos els coneixements vigents de la qualitat de l'aire, les línies directrius en l'àmbit del medi atmosfèric d'Andorra per al període que abasta els anys 2017 a 2030. L'estratègia també fixa com a objectiu poder assolir els valors guia definits per l'Organització Mundial de la Salut (OMS) en matèria de qualitat de l'aire, que en general són més restrictius que els valors establerts reglamentàriament.

Aquest document recull els resultats dels nivells de qualitat de l'aire i els compara amb els nivells normatius i amb els resultats dels anys anteriors. Recopila els resultats dels mesuraments automàtics de la vall central (Escaldes-Engordany), que és l'estació de referència del país ja que és representativa de la qualitat de l'aire de la zona on viu prop de la meitat de la població. Així mateix, es presenten els resultats dels mesuraments manuals del diòxid de nitrogen (NO_2) de la xarxa manual perenne, que complementa els resultats de l'estació fixa. Pel que fa a l'ozó (O_3), es presenten els resultats de l'estació fixa d'ozó situada a Engolasters, representativa de gairebé tot el territori nacional i en funcionament durant tot l'any i d'una estació que es posa en funcionament només durant la campanya d'ozó (1 de maig al 30 de setembre) per intensificar la vigilància situada a l'Antena del Pic del Maià a 2615 m.

2. DISPOSITIUS DE VIGILÀNCIA

L'objectiu principal de la xarxa de vigilància de la qualitat de l'aire (XVQA) és vigilar els nivells d'immissió.

La xarxa de vigilància es compon de les estacions fixes i mòbils següents, automàtiques i manuals:

- Estació automàtica de referència urbana, situada al Prat Gran d'Escaldes-Engordany. Mesura els paràmetres següents:
 - Ozó (O_3)
 - Diòxid de sofre (SO_2)
 - Monòxid de carboni (CO)
 - Òxids de nitrogen (NO_x)
 - Partícules PM_{10}
 - Partícules $\text{PM}_{2,5}$
 - Metalls pesants: Cd, As, Ni, Pb, Hg, Cr. Es mesuren durant vuit setmanes/any
 - Hidrocarburs aromàtics policíclics (HAP). Es mesuren durant vuit setmanes/any
- Estació automàtica de referència periurbana d'ozó (O_3), situada a Engolasters.
- Estació automàtica periurbana d'ozó (O_3), situada al Pic del Maià.
- Xarxa manual perenne de mostrejadors passius d' NO_2 : composta per 17 punts de mesura, distribuïts per totes les parròquies. Es mesura l' NO_2 en quatre campanyes/any, d'un mes de durada cadascuna. L'any 2024 s'ha fet una campanya reduïda, es preveu realitzar campanyes complertes (amb més punts de mostreig) quinquennalment essent la propera l'any 2025.

D'altra banda, també es disposa de dos estacions mòbils de vigilància de la qualitat de l'aire que tenen per objectiu controlar localment la qualitat de l'aire. Els resultats d'aquestes estacions no s'incorporen en aquest estudi en tractar-se de casuístiques locals.

3. METEOROLOGIA



Imatge 1. Inversió tèrmica a la vall central.

La meteorologia té una incidència important sobre la dispersió dels contaminants i, per tant, sobre els nivells de qualitat de l'aire. Els paràmetres meteorològics més importants relacionats amb la pol·lució atmosfèrica són la temperatura, la direcció i la velocitat del vent, la pluviometria i l'estabilitat atmosfèrica.

L'estabilitat atmosfèrica contribueix al deteriorament de la qualitat de l'aire i pot conduir a la formació d'una cúpula urbana de contaminació. Durant l'any 2024, s'han comptabilitzat 77 dies en presència d'inversió tèrmica, la gran majoria entre els mesos de gener, febrer, novembre i desembre.

4. RESULTATS DE L'ANY 2024

4.1. ÍNDEX DE QUALITAT DE L'AIRE

La pàgina www.aire.ad facilita en temps real l'índex de qualitat de l'aire (IQA), que correspon al valor més desfavorable entre els diferents contaminants: l'NO₂, les PM₁₀, les PM_{2,5}, l'O₃, el CO i el SO₂ enregistrats a les dues estacions de referència de la vall central (l'estació d'Engolasters per a l'ozó O₃ i l'estació d'Escaldes-Engordany per a la resta de contaminants).

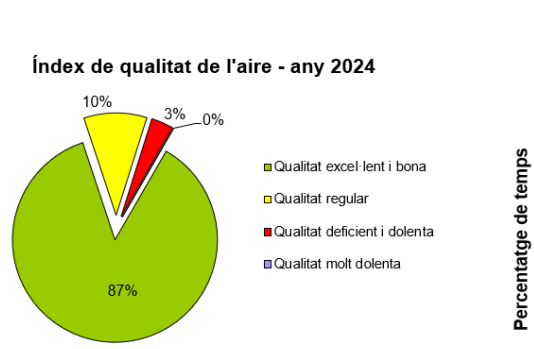
L'any 2019, es va modificar la metodologia de càlcul de l'índex de qualitat de l'aire ajustant-lo als criteris europeus recollits per l'Agència Europea del Medi Ambient. La modificació de l'índex va consistir a modificar les franges de valors per a cada escala, les quals s'han fixat més restrictives. Una altra modificació va ser a partir de l'any 2022 afegir una nova categoria (molt dolenta), aquest mateix any, des del Departament de Medi Ambient es van introduir les PM_{2,5} pel càlcul de l'IQA.

Valor de l'índex	Qualitat de l'aire	NO ₂ (ugm ⁻³)*	PM ₁₀ (ugm ⁻³)	PM _{2,5} (ugm ⁻³) TEOM)**	O ₃ (ugm ⁻³)*	CO (mgm ⁻³ ***)	SO ₂ (ugm ⁻³)*
1	EXCEL·LENT	0-40	0-20	0-10	0-50	0-5	0-100
2	BONA	41-90	21-40	11-20	51-100	6-7.5	101-200
3	REGULAR	91-120	41-50	21-25	101-130	7.6-10	201-350
4	DEFICIENT	121-230	51-100	26-50	131-240	11-20	351-500
5	DOLENTA	231-340	101-150	51-75	241-380	21-50	501-750
6	MOLT DOLENTA	>340	>150	>75	>380	>50	>750

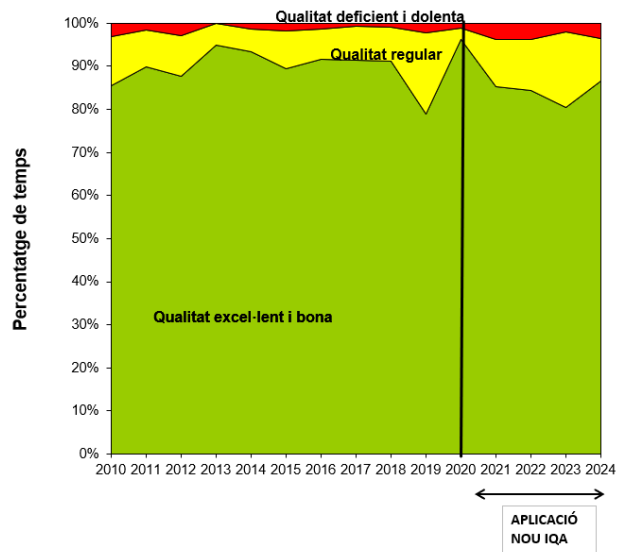
Taula 1. Índex de qualitat de l'aire aplicat actualment (a partir de l'any 2019)

*Basat en mitjana horària. **Basat en mitjanes 24-horàries. ***Basat en mitjanes 8-horàries.

L'any 2024, la qualitat de l'aire ha estat excel·lent o bona durant un 87% del temps, ha estat regular durant un 10%, deficient o dolenta durant un 3% i no hi ha hagut cap dia en qualitat molt dolenta. S'observa que la qualitat de l'aire ha millorat respecte a l'any anterior (80,5% de qualitat entre excel·lent i bona, 17,5% amb una qualitat regular i 2% amb una qualitat entre deficient i dolenta). La qualitat entre deficient i dolenta ve donada principalment per episodis naturals d'arribada de partícules provinents del Sàhara (CALIMA).



Gràfic 1. Índex de qualitat de l'aire - any 2024



Gràfic 2. Evolució de l'IQA des de l'any 2010

4.2. RESULTATS DE LA XARXA AUTOMÀTICA

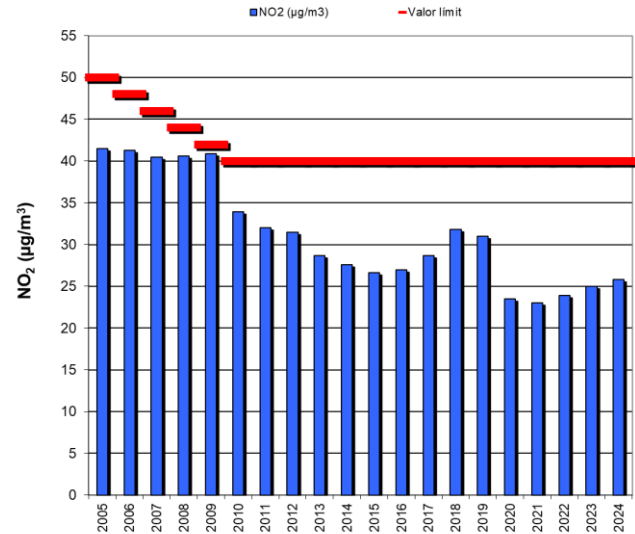
4.2.1. Òxids de nitrogen (NOx)

El monòxid de nitrogen i el diòxid de nitrogen són emesos durant els fenòmens de combustió. Els NO_x participen en els fenòmens de les pluges àcides i en la formació de l'ozó troposfèric, del qual són precursors.

L'NO₂ és l'indicador principal de la pol·lució urbana i, particularment, de la contaminació deguda al trànsit de vehicles. L'NO₂ és un gas irritant per als bronquis.

	Any	2024	Valor límit normatiu
	Estació	Fixa	
	Àrea geogràfica	Vall central	
	Zona	Escaldes-Engordany	
	Tipus	Urbana	
NO	Mitjana anual (µg/m³)	13	
NO₂	Mitjana anual per a la protecció de la salut humana (µg/m³)	26	40
	Nombre mitjanes horàries superiors a 200 µg/m³	0	18
	Nombre de superacions del lílindar d'alerta de 400µg/m³	0	
NOx	Mitjana anual per a la protecció a la vegetació(µg/m³)	46	30

Taula 2. Resultats dels òxids de nitrogen a l'estació fixa de referència



Gràfic 3. Evolució de la mitjana anual d'NO₂ a l'estació fixa de referència

Mitjana anual

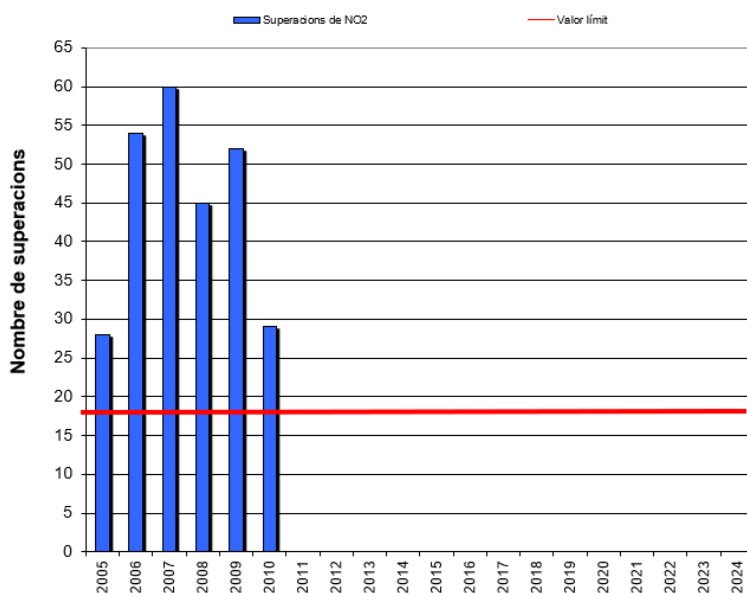
La concentració mitjana anual del diòxid de nitrogen (NO_2) de $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ és inferior al valor límit per a la protecció de la salut, fixat pel Reglament ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$), però supera el valor fixat per l'OMS de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Cal destacar que la mitjana anual mesurada a l'estació fixa de la vall central s'ha mantingut molt similar respecte a l'any anterior ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Convé recordar que durant els anys 2020 ($23,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i 2021 ($23 \mu\text{g}/\text{m}^3$) les concentracions anuals de NO_2 són les més baixes registrades des de l'any 2005. Aquest fet s'explica per les restriccions en quant a la limitació de mobilitat interna i entre els països veïns viscuda al país a causa de la COVID-19. Cal tenir en compte, tal com s'ha esmentat anteriorment, que l' NO_2 està directament relacionat amb la contaminació produïda pel trànsit de vehicles, principalment pel parc mòbil intern del país. A partir de l'any 2022, els valors de registre d'entrada de vehicles al país de visitants i turistes tornen a ser comparables als valors pre-pandèmia. Tot i així, es pot observar que els valors de NO_2 s'han estabilitzat i no han tornat a augmentar de manera significativa. Tanmateix, s'observa com la tendència en la mitjana anual per als anys 2023 i 2024 ha augmentat lleugerament respecte del 2022, aquest fet es pot explicar per l'increment de població resident i de turistes i visitants al país.

El Reglament també estableix un límit per a la protecció de la vegetació de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per als òxids de nitrogen (NO_x). Tot i que el valor obtingut al 2024 ha estat de $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cal tenir en compte que el resultat de NO_x s'ha mesurat a l'estació de referència urbana, prop de les fonts d'emissió, i per tant no seria representatiu d'una zona periurbana on hi ha vegetació que s'ha de protegir.

Nombre de superacions horàries

La normativa fixa que, durant un any civil, no es poden superar més de 18 dies/any el valor de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de diòxid de nitrogen (NO_2) en una hora. L'any 2024 no s'ha registrat cap superació horària de diòxid de nitrogen.



Gràfic 4. Evolució del nombre de superacions del límit horari de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ d' NO_2

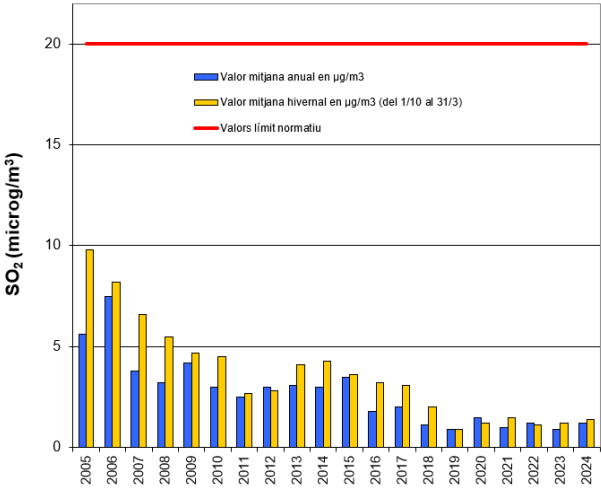
El Reglament també fixa un llindar d'alerta per al diòxid de nitrogen (NO_2) de $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el qual no s'ha superat mai.

4.2.2. Diòxid de sofre (SO₂)

L'SO₂ resulta de la combustió de matèries fòssils. Les principals fonts al país són les unitats de calefacció individuals i col·lectives. En contacte amb la humitat de l'aire, l'SO₂ es transforma en àcid sulfúric i participa en el fenomen de les pluges àcides. L'SO₂ és una substància irritant de les mucoses, de la pell i de les vies respiratòries superiors.

SO ₂		
Any	2024	Valor límit normatiu
Estació	Fixa	
Àrea geogràfica	Vall central	
Zona	Escaldes-Engordany	
Tipus	Urbana	20
Valor mitjana anual en µg/m³	1,2	
Valor mitjana hivernal en µg/m³ (del 1/10 al 31/3)	1,4	
Nombre de superacions del lílindar horari de 350 µg/m³	0	
Nombre de superacions del lílindar diari de 125 µg/m³	0	
Nombre de superacions del lílindar d'alerta de 500µg/m³	0	

Taula 3. Resultats de l'SO₂ a l'estació fixa



Gràfic 5. Evolució de la mitjana anual del SO₂

Les mitjanes anual i hivernal són molt inferiors al valor límit normatiu per a la protecció dels ecosistemes. No s'han superat mai els valors límit horari i diari per a la protecció de la salut humana (125 µg/m³ i 350 µg/m³, respectivament).

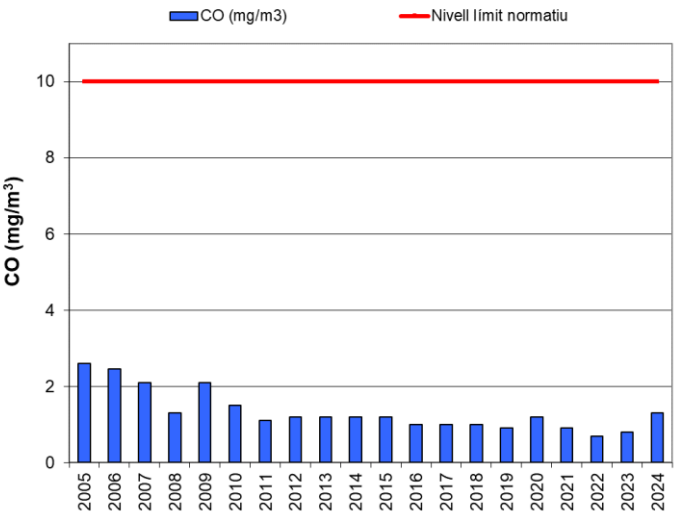
L'any 2024, el valor de la mitjana anual és de 1,2 µg/m³ i el de la mitjana hivernal ha estat de 1,4 µg/m³. Tot i així, la variació és mínima entre l'any 2024 i l'any anterior, ja que les concentracions són molt baixes.

4.2.3. Monòxid de carboni (CO)

El CO es produeix durant la combustió incompleta de matèries orgàniques (gas, carbó, hidrocarburs, fusta). Les fonts principals en són el trànsit de vehicles i la mala combustió. A l'atmosfera es transforma en diòxid de carboni (CO₂) i contribueix a l'efecte d'hivernacle. El CO es fixa al lloc de l'oxigen en l'hemoglobina de la sang i provoca una manca d'oxigenació de l'organisme.

CO		
Any	2024	Valor límit normatiu
Estació	Fixa	
Àrea geogràfica	Vall central	
Zona	Escaldes-Engordany	
Tipus	Urbana	
Màxim de les mitjanes 8-horàries del dia en mg/m ³	1,3	10
Mitjana anual en mg/m ³	0,2	

Taula 4. Resultats del CO a l'estació fixa



Gràfic 6. Evolució de la mitjana anual del CO

El valor màxim de les mitjanes octohoràries de 1,3 mg/m³ és molt inferior al límit normatiu per a la protecció de la salut humana, que és de 10 mg/m³. La mitjana anual és de 0,2 mg/m³.

4.2.4. Partícules

Les partícules en suspensió lligades a l'activitat humana provenen majoritàriament de la combustió de matèries fòssils, del trànsit de vehicles (gasos d'escapament, desgast...) i d'activitats industrials. També poden tenir un origen natural, com la sorra que prové del Sàhara i circula ocasionalment per gran part d'Europa. Segons la seva mida (granulometria), les partícules penetren amb més o menys profunditat en l'arbre pulmonar.

Les partícules, en funció del seu diàmetre, es classifiquen en PM₁₀ i PM_{2,5}.

4.2.4.1. Partícules PM₁₀

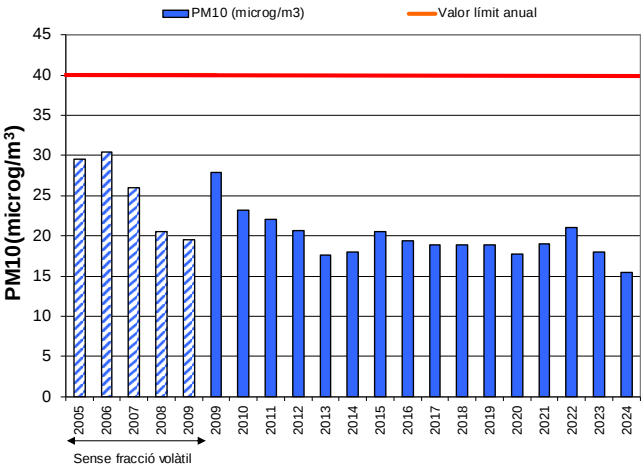
Referent a l'històric de les dades de les PM₁₀, s'ha de tenir en compte que l'equip gravimètric (Digitel) instal·lat des de l'inici dels mesuraments (any 2005) fins al mes de març del 2021, tenia una tendència a sobreestimar les concentracions. Al mes de març del 2021, es reemplaça el Digitel per un nou equip gravimètric Leckel. Al mes de juny de l'any 2023, s'instal·la un nou equip de comptatge òptic FIDAS que permet donar les concentracions de les partícules en temps real i és considerat com un equip de referència. Per tant, el tractament de les dades per l'any 2024 es fa a partir de les dades obtingudes del FIDAS.

A continuació es mostren els resultats obtinguts.

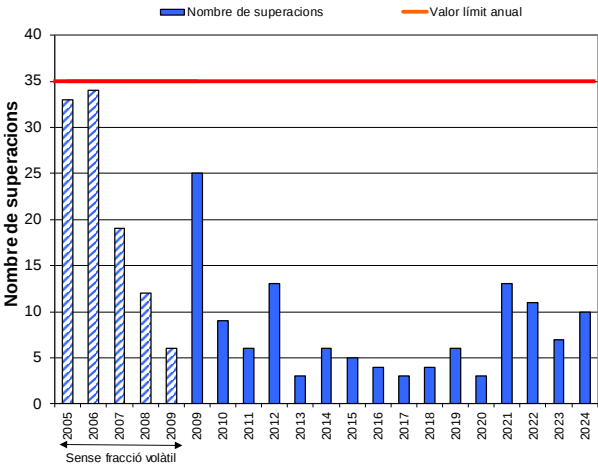
PM10

Any	2024	Valor límit normatiu
Estació	Fixa	
Àrea geogràfica	Vall central	
Zona	Escaldes-Engordany	
Tipus	Urbana	
Valor mitjana any civil en µg/m³	15	40
Nombre de superacions del límit diari de 50 µg/m³	10	35

Taula 5. Resultats de PM₁₀ a l'estació fixa



Gràfic 7. Evolució de la mitjana anual de PM₁₀



Gràfic 8. Evolució del nombre de superacions diàries

Mitjana anual

Des de l'any 2005, els nivells de partícules PM₁₀ a la vall central se situen per sota del límit normatiu. L'any 2022 el valor mitjà anual va ser dels més elevats dels últims 10 anys amb un valor de 21 µg/m³. Aquest fet, tal com s'ha esmentat anteriorment, s'explica principalment per l'increment d'episodis de Calima registrats durant l'any i les diferents obres que es van dur a terme al voltant de l'estació que també van tenir una afectació directa en les concentracions de partícules. No obstant, per l'any 2024 s'ha registrat el valor més baix des de l'inici dels mesuraments amb un valor mitjà anual de 15 µg/m³.

Nombre de superacions diàries de 50 µg/m³

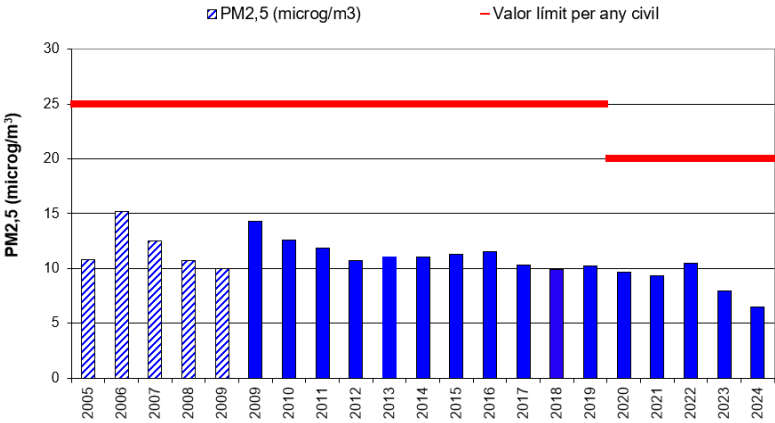
Des de l'any 2005 el nombre de superacions s'ha situat per sota del límit normatiu, de 35 superacions permeses, s'han superat 10 vegades els 50 µg/m³ l'any 2024.

El nombre de superacions diàries dels tres últims anys s'han vist fortament incrementats 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. Durant l'any 2024, s'incompleix el valor guia diari establert per l'OMS que no pot superar els 45 µg/m³ més de 4 dies per any i que s'ha vist superat en 14 ocasions (10 dies de superacions) l'any 2024.

4.2.4.2. Partícules PM_{2,5}

PM _{2,5}		
Any	2024	Valor límit normatiu
Estació	Fixa	
Àrea geogràfica	Vall central	
Zona	Escaldes-Engordany	
Tipus	Urbana	
Valor mitjana any civil en µg/m³	7	20
Valor objectiu de reducció al 2024 any civil en µg/m³		12

Taula 6. Resultats de PM_{2,5} a l'estació fixa



Gràfic 9. Evolució de la mitjana anual de PM_{2,5}

Mitjana anual

Segons preveu la normativa, a partir de l'1 de gener del 2020 el valor límit anual per a la protecció de la salut humana aplicat és de 20 µg/m³ en comparació amb els 25 µg/m³ establerts pels anys anteriors.

Els nivells de partícules PM_{2,5} mesurats fins ara a la vall central se situen per sota del límit normatiu, és a dir, per sota del valor objectiu i del valor límit anual establert pels anys 2010, 2015 i 2020 fixat pel Reglament, però incompleix el valor límit anual establert per l'OMS de 5 µg/m³.

Per l'any 2024 s'ha registrat la concentració més baixa des de l'inici dels mesuraments amb un valor de 7 µg/m³.

En relació amb les recomanacions de l'OMS, s'incompleix el valor guia diari de 15 µg/m³ que no es pot superar més de 4 dies per any i que s'ha vist superat 15 ocasions (11 dies de superacions) durant l'any 2024.

4.2.5. Ozó (O₃)

A l'estratosfera (entre 10 i 60 km d'altitud), l'O₃ constitueix un filtre natural que protegeix la vida terrestre de l'acció dels rajos ultraviolats durs. A la troposfera (entre 0 i 10 km d'altitud) l'O₃ és un contaminant anomenat *secundari*, ja que prové de la transformació química en l'atmosfera d'alguns contaminants anomenats *primaris* (en particular els NO_x i els COV's) sota l'efecte dels rajos solars; per tant, les concentracions més importants d'O₃ es donen a l'estiu. A més a més, és un contaminant transfronterer, ja que pot recorre grans distàncies. L'ozó té un efecte nefast sobre la vegetació i contribueix a l'efecte d'hivernacle. És un gas agressiu que penetra fàcilment fins a les vies respiratòries més fines i provoca tos, alteracions pulmonars i irritacions oculars.

Les campanyes de mesurament automàtiques d'ozó corresponents a l'any 2024 s'han dut a terme en les estacions següents:

Durant tot l'any civil:

- Estació de referència urbana de la vall central a les Escaldes (1.080 m).
- Estació de referència periurbana d'ozó de la vall central a Engolasters (1.637 m).

Durant la campanya d'ozó (del 31 de maig al 30 de setembre):

- Estació periurbana estacional al pic del Maià (2.615 m).

Andorra està situada en una zona de risc de superació del llindar d'informació a la població, atesa la seva proximitat a l'arc mediterrani, on es generen importants bosses d'aquest contaminant, especialment durant el mesos més càlids.

La feble emissió de pol·luents primaris a Andorra (especialment a l'estiu) fa que la generació local d'aquest contaminant secundari sigui poc significativa en comparació amb les concentracions que arriben al nostre país provinents de les regions veïnes.

Atès que l'ozó és un contaminant secundari de caràcter regional, s'analitza el comportament que té en un context ampli. A prop d'Andorra hi ha diverses estacions de mesurament, s'analitzen també les estacions automàtiques d'ozó del Departament encarregat del Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya més properes, situades a la Cerdanya sud, concretament a les poblacions de Bellver i de Pardines. Aquest any 2024 no s'ha pogut fer aquesta comparativa perquè no es disposa de dades d'aquestes dues estacions.

4.2.5.1 Estació automàtica fixa de referència periurbana de la vall central (Engolasters)

Any	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Màxim de les mitjanes 8-horàries (µg/m³)	163	176	145	137	160	145	142	143	128	134	163	133	154	147	149	113	133	130	147	144
Nombre de dies de superacions de les mitjanes 8-horàries de 120µg/m3	27	54	49	21	21	22	11	35	8	9	26	5	36	32	26	0	7	6	12	10
Valor AOT 40 (µg/m³.h)	18.431	33.324	18.089	15.708	18.183	19.562	7.340	19.783	14.975	15.360	25.181	12.126	22.573	25.144	22.604	4.076	13.768	14.129	20.216	12.260
Nombre de superacions del llindar d'informació de 180µg/m3	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Nombre de superacions del llindar d'alerta de 240µg/m3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Taula 7: Evolució anual de les concentracions d'ozó a l'estació automàtica fixa de referència periurbana de la vall central.

Durant la campanya 2024, a l'estació automàtica fixa de referència periurbana de la vall central s'han produït deu superacions del màxim octohorari diari de 120 µg/m³. L'any 2024, el nombre de dies de superacions de les mitjanes octohoràries disminueix lleugerament respecte l'any anterior (dotze superacions).

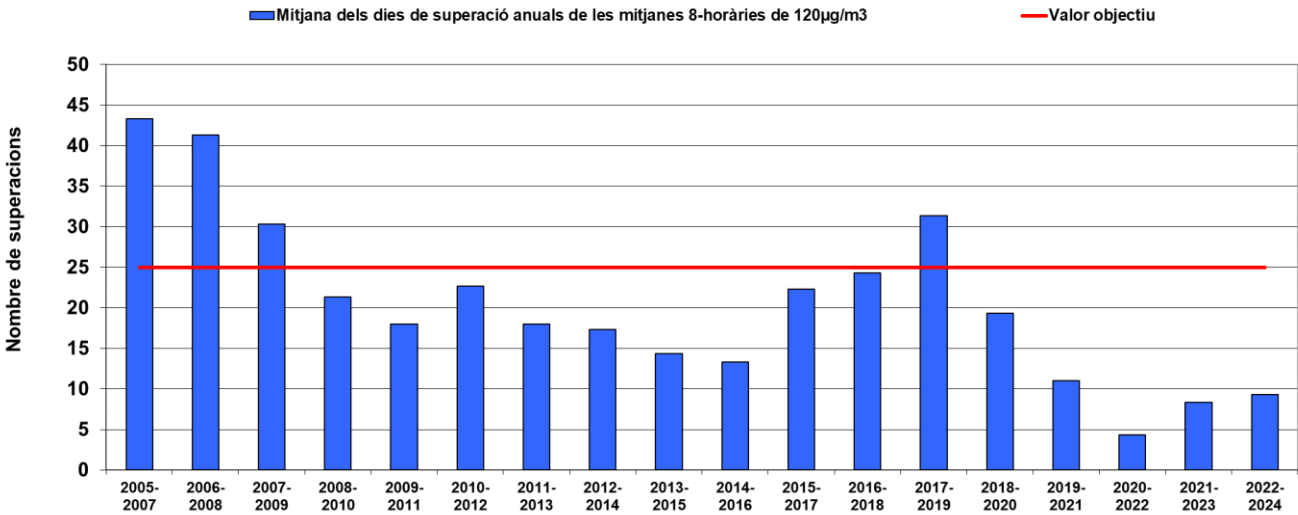
El màxim octohorari ha estat de 144 µg/m³ el dia 8 de juny. Aquest valor és inferior al valor màxim de l'any 2023 (147 µg/m³). D'altra banda, el valor màxim horari registrat aquest any 2024, és de 170 µg/m³ el dia 7 de juny, superior als 151 µg/m³ del 27 de juliol de 2023.

Des de l'any 2005, s'han enregistrat superacions del llindar d'informació els anys 2006, 2017 i 2018, i no s'ha enregistrat mai cap superació del llindar d'alerta.

Any	2024	Valors objectius
Estació	Fixa	
Àrea geogràfica	Vall central	
Zona	Engolasters	
Tipus	Periurbana	
Nombre de dies de superacions de les mitjanes 8-horàries de 120µg/m3. Mitjana calculada sobre 3 anys. Període 2022-2024	9	25
Valor AOT 40 (µg/m3.h). Mitjana calculada sobre 5 anys. Període 2020-2024	12.890	18.000

Taula 8. Valors reglamentaris d'O₃

El valor objectiu per a la protecció de la salut humana estableix que el màxim de les mitjanes octohoràries del dia no pot superar el valor de 120 µg/m³ més de 25 dies per any civil sobre un període de tres anys. El valor per al trienni 2022-2024 és de 9 dies i, per tant no se supera el valor màxim de 25 dies.

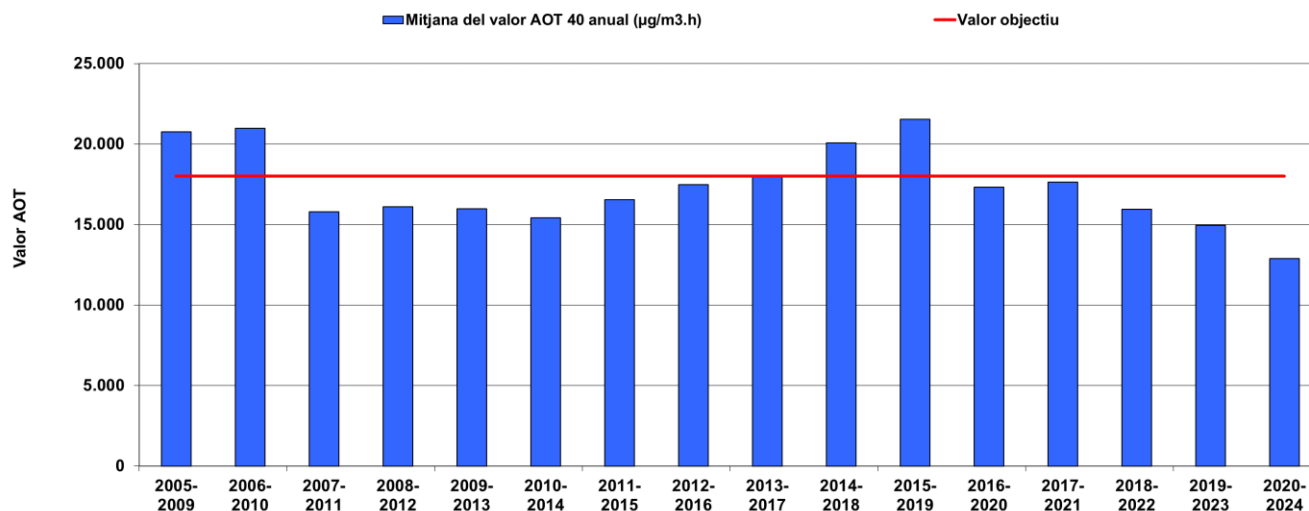


Gràfic 10. Evolució històrica del nombre de dies de superacions de 120 µg/m³.

L’OMS estableix un valor màxim de 100 µg/m³ en mitjana octohorària que no es pot superar més de 4 dies l’any; per tant, aquest any 2024 s’ha incomplert aquest valor en 75 ocasions (71 dies de superacions).

El valor objectiu de l’indicador establert al Reglament, l’AOT40¹ de protecció de la vegetació, correspon a la mitjana d’un període de cinc anys. Al 2024 es disposa de la setzena sèrie completa de mitjana sobre 5 anys, que ha proporcionat un valor de l’AOT40 de 12.890 µg/m³ h. Aquest valor compleix el límit normatiu de 18.000 µg/m³ h.

¹ AOT40 significa la suma de la diferència entre les concentracions horàries superiors a 80 µg/m³ i 80 µg/m³ durant un període donat, utilitzant únicament els valors horaris mesurats quotidianament entre les 8:00 h i 20:00 h.



Gràfic 11. Evolució històrica dels valors de l'AOT40

4.2.5.2 Estació automàtica periurbana estacional Pic del Maià

Durant el període 2009-2022 l'estació automàtica periurbana estacional ha estat col·locada al cap del port d'Envalira a l'edifici de Sud Radio. Per la campanya 2023, es va haver de canviar l'estació d'ubicació degut a les obres de rehabilitació de l'edifici. Durant la campanya 2023 i 2024, la ubicació de l'estació ha estat al Pic del Maià. De manera que, d'aquesta estació no es disposa d'un evolutiu de les concentracions d'ozó.

Any	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Màxim de les mitjanes 8-horàries (µg/m³)	152	149	144	147	152	139	157	136	144	158	152	130	136	135	147	146
Nombre de dies de superacions de les mitjanes 8-horàries de 120µg/m³	26	32	36	55	36	29	50	26	43	42	30	6	8	7	22	8
Valor AOT 40 (µg/m³.h)	25.396	23.811	21.547	24.357	26.897	23.397	29.326	19.292	26.537	28.816	25.396	11.388	10.307	12.976	ND	ND
Nombre de superacions del llindar d'informació de 180µg/m³	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nombre de superacions del llindar d'alerta de 240µg/m³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Taula 9: Evolució de les concentracions d'ozó a l'estació automàtica periurbana del Port d'Envalira 2009-2022 i comparatiu amb l'estació automàtica periurbana del Pic del Maià any 2023-2024 .

Per la campanya del 2024, l'estació no es va poder instal·lar i posar en marxa el dia 1 de maig per causes meteorològiques, encara hi havia neu i no es va poder accedir amb el vehicle on anava instal·lat l'analitzador. No va ser fins al 31 de maig que es va poder posar en funcionament. Durant aquest temps, s'han enregistrat 8 superacions del màxim octohorari diari de 120 µg/m³. El màxim octohorari ha estat de 146 µg/m³ i el màxim horari de 153 µg/m³ el dia 20 d'agost.

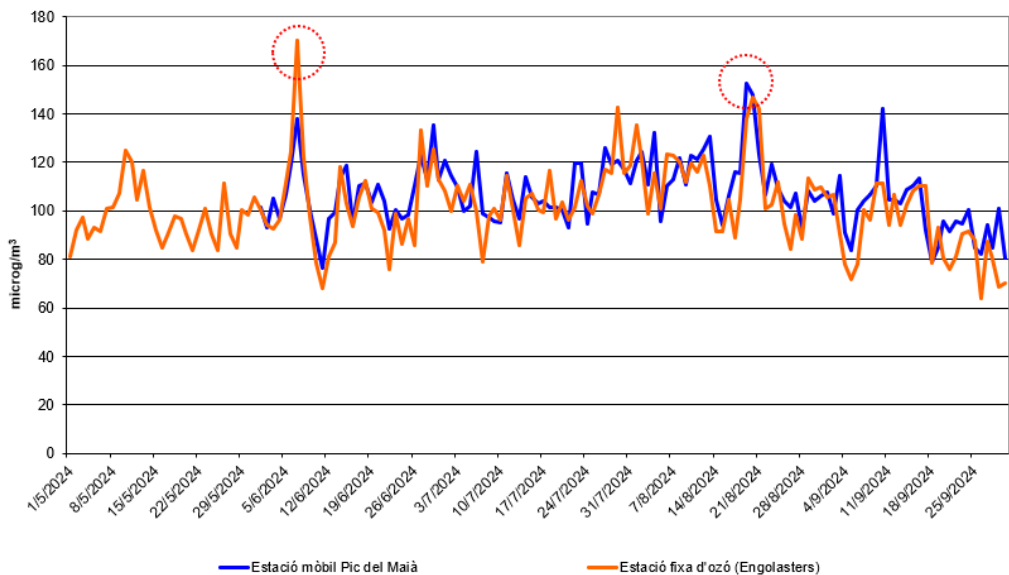
Any	2024	Valors objectius
Estació	Estacional	
Àrea geogràfica	Pas de la Casa	
Zona	Pic del Maià	
Tipus	Periurbana	
Màxim de les mitjanes 8-horàries ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	146	
Nombre de dies de superacions de les mitjanes 8-horàries de $120\mu\text{g}/\text{m}^3$	8	
Nombre de dies de superacions de les mitjanes 8-horàries de $120\mu\text{g}/\text{m}^3$. Mitjana calculada sobre 3 anys. Període 2022-2024	ND	25
Valor AOT 40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$). Mitjana calculada sobre 5 anys. Període 2020-2024	ND	18.000
Nombre de superacions del llindar d'informació de $180\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	
Nombre de superacions del llindar d'alerta de $240\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	

Taula 10. Valors reglamentaris d'O₃

Els valors objectius per a la protecció de la salut humana per al trienni 2022-2024 i per a la protecció de la vegetació de l'indicador AOT40 per al quinquenni 2020 – 2024 no s'han pogut obtenir atès que no es disposa del període necessari de dades per a la nova ubicació de l'estació.

L'OMS estableix un valor màxim de $100\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ en mitjana octohorària que no es pot superar més de 4 dies l'any; l'any 2024 a l'estació del Pic del Maià s'ha incomplert en 49 ocasions, atès que s'ha superat en 53 dies.

Des de l'any 2016, no s'han enregistrat superacions del llindar d'informació a l'estació periurbana del Port d'Envalira i no s'ha enregistrat mai cap superació del llindar d'alerta, de la mateixa manera, durant els anys 2023 i 2024 a l'estació periurbana del Pic del Maià tampoc s'han enregistrat superacions del llindar d'informació ni superacions del llindar d'alerta.



Gràfic 12: Evolució dels màxims horaris (de l'1 de maig del 2024 al 30 de setembre del 2024).

4.2.5.3 Estació automàtica fixa de fons urbà a la vall central (Escaldes-Engordany)

Any	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Màxim de les mitjanes 8-horàries (µg/m3)	142	145	131	118	117	117	112	117	116	122	130	111	121	114	122	101	114	106	118	83
Nombre de dies de superacions de les mitjanes 8-horàries de 120µg/m3	14	13	6	0	0	0	0	0	0	1	4	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Valor AOT 40 (µg/m³.h)	15.217	15.019	8.655	8.011	5.624	2.722	4.082	5.185	5.609	6.631	10.614	4.101	5.816	5.633	7.419	841	793	1.875	5.488	88
Nombre de superacions del llindar d'informació de 180µg/m³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nombre de superacions del llindar d'alerta de 240µg/m3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Taula 11: Evolució de les concentracions d'ozó a l'estació fixa urbana d'Escaldes-Engordany.

Durant la campanya 2024, a l'estació d'Escaldes-Engordany no s'ha enregistrat cap superació del màxim octohorari diari de 120 µg/m³. El valor màxim octohorari ha estat de 83 µg/m³ i el valor màxim horari ha estat de 119 µg/m³ el dia 7 juny, inferior als valors màxims horaris registrats a les estacions fixa de referència periurbana de la vall central i del Pic del Maià.

Any	2024	Valors objectius
Estació	Fixa	
Àrea geogràfica	Vall central	
Zona	Escaldes- Engordany	
Tipus	Urbana	
Nombre de dies de superacions de les mitjanes 8-horàries de 120µg/m3. Mitjana calculada sobre 3 anys. Període 2022-2024	0	25
Valor AOT 40 (µg/m3.h). Mitjana calculada sobre 5 anys. Període 2020-2024	1.817	18.000

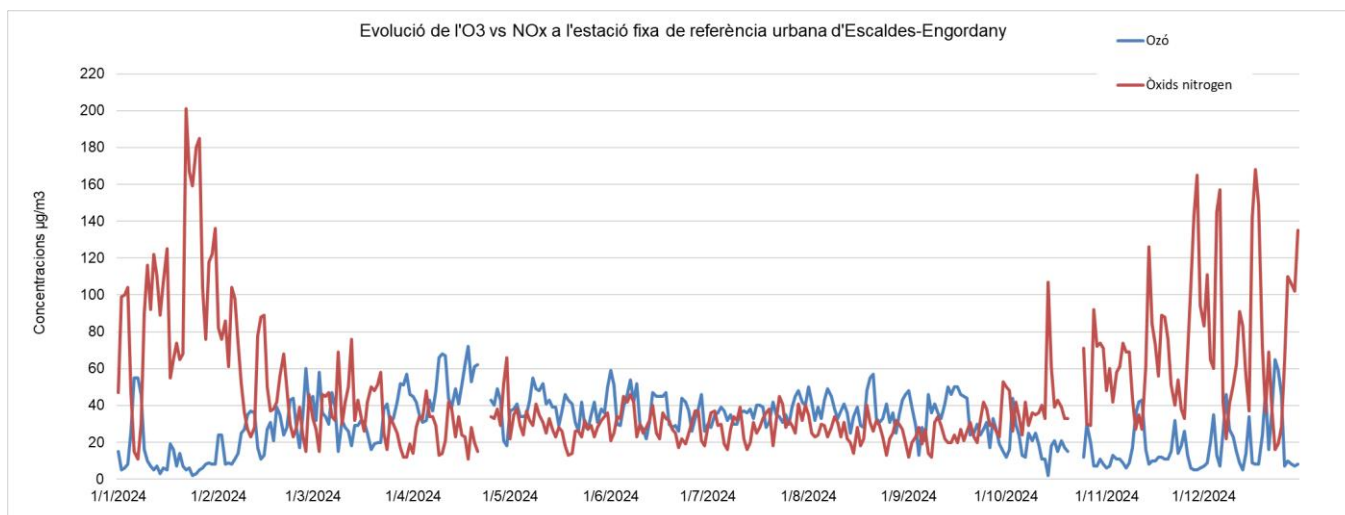
Taula 12. Valors reglamentaris d'O3

El valor objectiu per a la protecció de la salut humana per al trienni 2022-2024 és de 0 dies i, per tant no se supera el valor màxim de 25 dies.

El valor objectiu per a la protecció de la vegetació AOT40, corresponen a la mitjana calculada sobre un període de cinc anys és de 1.817 µg/m³ h, valors que es troba molt per sota del valor objectiu.

L'OMS estableix un valor màxim de 100 µg/m³ en mitjana octohorària que no es pot superar més de 4 dies l'any; a l'estació d'Escaldes-Engordany s'ha complert, atès que no hi ha hagut cap superació.

En zona urbana, les concentracions d'ozó són molt inferiors a les concentracions de les dues estacions situades en zona periurbana, l'estació d'Engolasters i la del Pic del Maià. Aquest fet s'explica perquè les reaccions que condueixen a la formació i destrucció de l'ozó són complexes. Els precursors de l'ozó que contribueixen a la seva formació, si es troben en concentracions molt elevades també condueixen a la seva destrucció, que és el cas en zona urbana. Els NOx es troben en concentracions més elevades en zones urbanes que en zones periurbanes i contribueixen a la destrucció de l'ozó, tal com es pot observar en la gràfica 15.



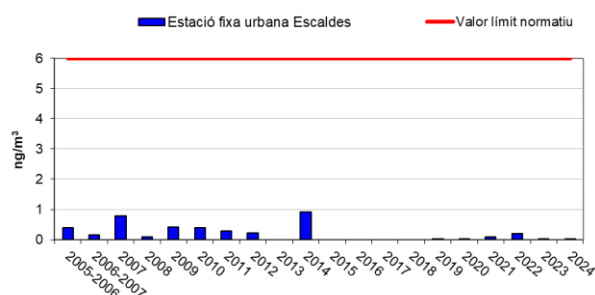
Gràfic 13: Evolució O₃ vs NO_x a l'estació fixa de referència urbana d'Escaldes-Engordany. Any 2024

4.2.6. Metalls en suspensió

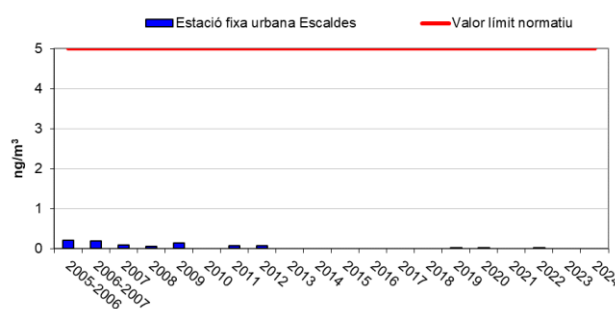
Els metalls provenen de la combustió del carbó, del petroli o dels residus sòlids urbans i d'alguns procediments industrials particulars. Es retroben generalment a nivell de les partícules (excepte el mercuri, que és principalment gasós). El consum generalitzat de la gasolina sense plom ha provocat una disminució considerable d'aquest contaminant a l'aire.

Els metalls contaminen els sòls i els aliments, s'acumulen en els éssers vius i pertorben els equilibris i els mecanismes biològics. Alguns líquens o moltes s'utilitzen per vigilar els metalls en el medi ambient i serveixen de bioindicadors. Els metalls s'acumulen en l'organisme i provoquen efectes tòxics a curt i a llarg termini. Poden afectar el sistema nerviós i les funcions renals, hepàtiques, respiratòries o d'altres.

Els nivells d'immissió dels metalls en suspensió en la fracció PM₁₀ del material particulat s'obtenen amb la mesura d'un captador de baix volum que forma part de la xarxa manual de vigilància de la qualitat de l'aire ubicat a l'estació fixa de referència urbana d'Escaldes-Engordany. Aquest captador mesura en continu les PM₁₀, d'aquests filtres s'analitzen els metalls durant quatre campanyes l'any, i cada campanya té una durada de 14 dies. Els filtres diaris exposats durant dos setmanes han estat fusionats per analitzar-ne el contingut dels metalls reglamentats: arsènic (As), cadmi (Cd), níquel (Ni) i plom (Pb). L'evolució dels metalls mesurats en els darrers anys es recull en els gràfics següents:



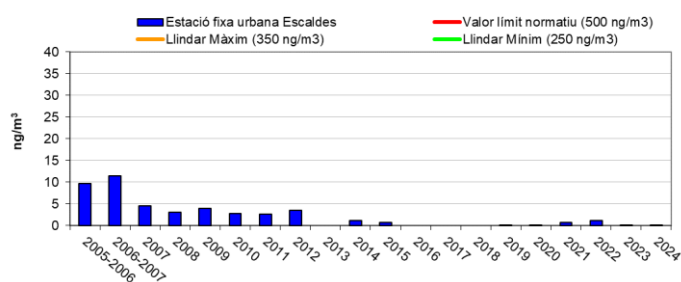
Gràfic 14. Evolució de l'arsènic (període 2005-2024)



Gràfic 15. Evolució del cadmi (període 2005-2024)



Gràfic 16. Evolució del níquel (període 2005-2024)



Gràfic 17. Evolució del plom (període 2005-2024)

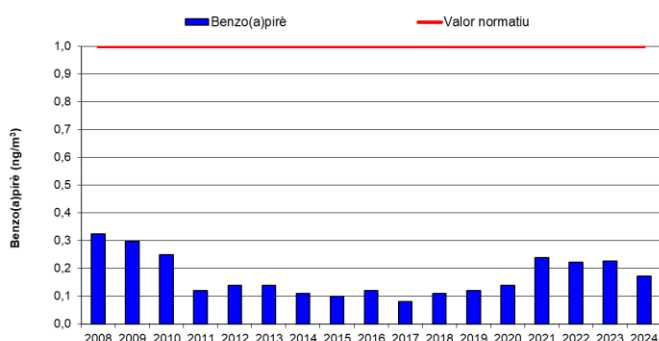
A partir de l'any 2019, i donades les baixes concentracions detectades els anys anteriors, les campanyes de metalls passen a ser de 14 dies en lloc de campanyes setmanals, i consegüentment s'han adaptat els límits de detecció.

Tal com es pot observar en els gràfics, les concentracions de metalls en suspensió es troben molt inferiors al límit fixat per la normativa vigent. Per tant, avui dia no tenen cap repercussió pel que fa a la qualitat de l'aire.

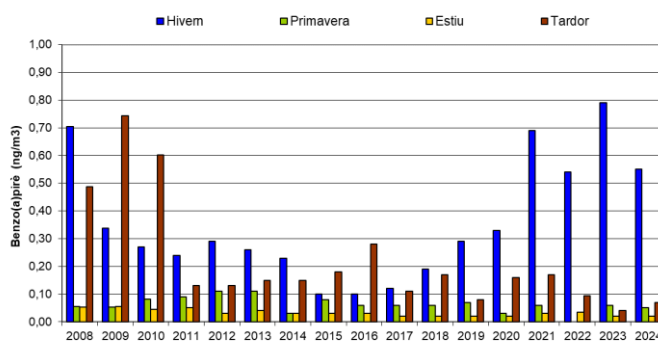
4.2.7. Hidrocarburs aromàtics policíclics (HAP): benzo(a)pirè

Els hidrocarburs aromàtics policíclics (HAP) es mesuren amb un captador de partícules de baix volum situat a l'interior de l'estació fixa de referència urbana de la vall central. S'han dut a terme quatre campanyes estacionals de 14 dies consecutius de mostreig amb filtres diaris i s'han respectat les condicions de més del 14% del temps de mesura anual.

L'hidrocarbur aromàtic policíclic que està reglamentat per la normativa és el benzo[a]pirè. El valor objectiu per a la protecció de la salut humana és d'1 ng/m³ anual (mitjana calculada sobre l'any civil a partir del contingut total de la fracció PM₁₀). El valor anual obtingut l'any 2024 ha estat de 0,17 ng/m³.



Gràfic 18. Evolució del benzo(a)pirè. Any 2008 a 2024



Gràfic 19. Evolució estacional del benzo(a)pirè

El valor anual obtingut és molt inferior a l'establert per la normativa vigent. La tendència és que a l'estiu es troben els valors més baixos i a l'hivern els més elevats. Durant l'any 2024 s'han registrat uns valors de 0,02 ng/m³ i 0,55 ng/m³ respectivament.

Els HAP es troben en concentracions molt inferiors els mesos en què les temperatures són més elevades a causa d'una sèrie de factors com poden ser les següents:

- S'ha reduït l'ús de les calefaccions domèstiques i el trànsit rodant.
- A l'estiu hi ha una degradació més gran dels HAP.
- Amb les temperatures elevades els HAP es volatilitzen.

- A l'hivern les condicions atmosfèriques són més estables i això fa que hi hagi menys dispersió dels contaminants.

4.3. RESULTATS DE LA XARXA MANUAL

Els resultats de diòxid de nitrogen (NO₂) obtinguts mitjançant la xarxa manual perenne de mostrejadors passius complementen els de les estacions automàtiques i permeten localitzar geogràficament les variacions de les concentracions segons el tipus de mesurament (periurbà, urbà i trànsit).

4.3.1. Períodes de mesura

L'estratègia de les mesures de mostrejadors passius de NO₂ s'ha vist modificada en quant al nombre de punts de mesura per any. Anteriorment les campanyes eren d'aproximadament 55 punts de mesura. L'any 2020, es va fer un canvi de protocol en els mostrejos, es va establir fer campanyes reduïdes d'aproximadament uns 17 punts de mesura i quinquennalment fer campanyes ampliades d'aproximadament uns 50 punts.

L'any 2024 s'han dut a terme quatre campanyes d'un mes cadascuna en 17 punts de mesura. Les campanyes fetes de maig a juny són representatives de temporada baixa i les dels mesos de novembre, desembre i principis de gener són representatives de temporada alta.

La xarxa de mostrejadors passius permet conèixer la concentració d'NO₂ a les diferents parròquies del país. Aquesta informació complementa el registre de l'estació de referència urbana incorporant-hi dades de l'àmbit urbà i de proximitat al trànsit. Els punts de mesura en l'àmbit periurbà només es realitzaran per les campanyes quinquennals atès que, els resultats estan molt per sota del límit que estableix la normativa vigent de 40 µg/m³.

Les mesures es prenen en diferents dies segons les quatre zones següents:

- Oriental: mitjana dels valors de les parròquies de Canillo, nucli d'Encamp i nucli del Pas de la Casa
- Nord: mitjana dels valors de les parròquies d'Ordino i la Massana
- Central: mitjana dels valors de les parròquies d'Andorra la Vella i Escaldes-Engordany
- Sud: mitjana dels valors de la parròquia de Sant Julià de Lòria

	Zones	Períodes de mesura
CAMPANYA 1	Central	07/05/2024 al 04/06/2024
	Nord, Sud i Oriental	08/05/2024 al 05/06/2024
CAMPANYA 2	Central	04/06/2024 al 02/07/2024
	Nord, Sud i Oriental	05/06/2024 al 03/07/2024
CAMPANYA 3	Central	13/11/2024 al 11/12/2024
	Nord, Sud i Oriental	14/11/2024 al 12/12/2024
CAMPANYA 4	Central	11/12/2024 al 08/01/2025
	Nord, Sud i Oriental	12/12/2024 al 09/01/2025

Taula 13. Períodes de mesura de les diferents campanyes

4.3.2. Síntesi de les concentracions mitjanes anuals per tipologia

Concentracions mitjanes anuals 2024 de NO2 (µg/m³) Síntesi per tipologia			
	Mitjana	Mínim	Màxim
Proximitat trànsit (7 punts)	34,4	27,3	48,5
Urbà (11 punts)	19,9	8,5	41,3

Taula 14. Concentracions mitjanes anuals

Les concentracions d'NO₂ són més elevades a prop del trànsit, ja que és la font majoritària de les emissions d'aquest contaminant.

El valor màxim en urbà és de 41,3 µg/m³ degut a que hi ha una estació que es troba en una zona molt transitada, tanmateix, la resta de les estacions ubicades en zona urbana estan per sota dels 25 µg/m³. En canvi per les estacions de proximitat al trànsit els valors estan entre 27,3 µg/m³ i 48,5 µg/m³.

Cal recordar que el valor límit anual per a la protecció de la salut humana és de 40 µg/m³.

La metodologia emprada comporta una incertesa del +/-20% que s'ha de tenir en compte en el moment d'analitzar els resultats dels gràfics.

Es presenten els resultats dels punts mostrejats distribuïts en tres franges de concentracions d'NO₂ que integren la incertesa associada a la metodologia de mostreig:

Concentracions de NO2 (µg/m3)	Percentatge d'estacions de mesura per franja
0 - 33,33	70,60%
33,34 - 50	29,40%
> 50	0,00%

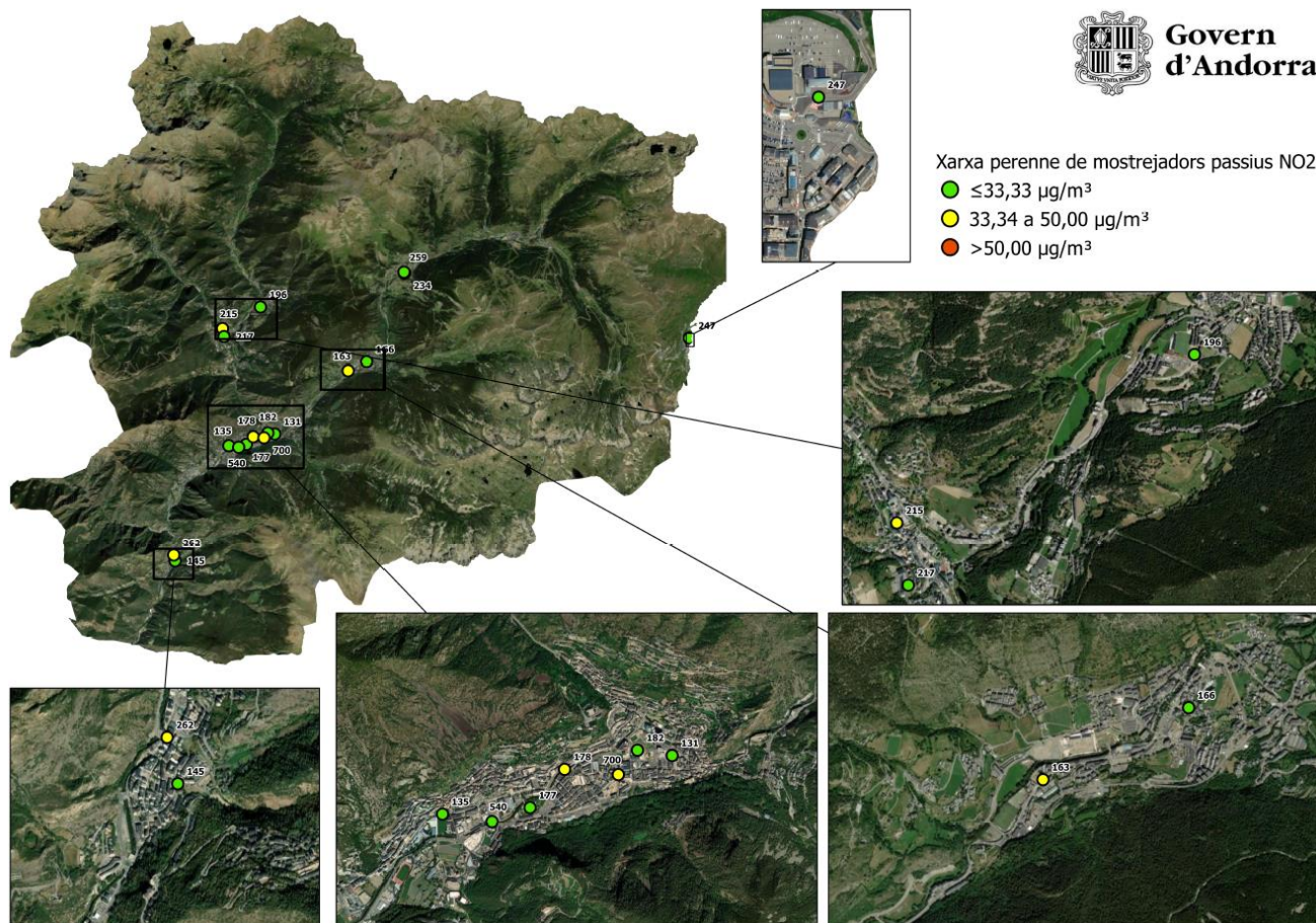
Taula 15. Resultats 2024 per franges de concentració

Xarxa perenne de mostrejadors passius NO₂

● ≤33,33 µg/m³

● 33,34 a 50,00 µg/m³

● >50,00 µg/m³



Imatge 5. Repartició geogràfica de les concentracions d'NO₂ del país. Any 2024

Les concentracions més elevades d'NO₂ es troben en els punts situats a prop del trànsit rodador o bé en zones on la configuració no permet una bona dispersió dels contaminants.

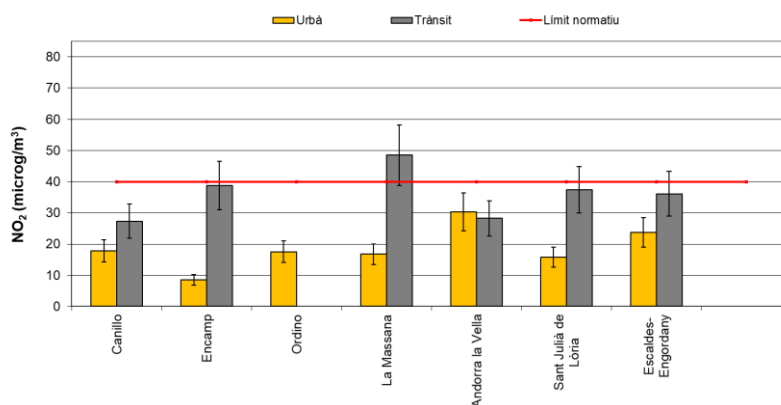
Aquest any les concentracions de NO₂ s'han mantingut lleugerament per sobre tant per les estacions urbanes com de trànsit en comparació a l'any anterior. Tot i així, per les estacions ubicades prop del trànsit cap parròquia supera els 50 µg/m³.

La mitjana de les diferents estacions mesurades per parròquia presenten valors globals inferiors al límit normatiu anual de 40 µg/m³ tal com s'observa a continuació: Canillo (23 µg/m³), d'Encamp (nucli d'Encamp, 27µg/m³, i Pas de la Casa 9 µg/m³), d'Ordino (18 µg/m³), La Massana (33 µg/m³), Andorra La Vella (29 µg/m³), Sant Julià de Lòria (27 µg/m³) i d'Escaldes-Engordany (28 µg/m³).

Al gràfic 22 es presenten els nivells anuals d'NO₂ per parròquia segons el tipus d'estació de mesurament (urbà i trànsit).

En el conjunt de les estacions manuals urbanes, s'enregistren nivells inferiors al límit normatiu per totes les parròquies. El valor global en zona urbana per a tot el país és de 18 µg/m³. Aquest valor ha augmentat lleugerament respecte els 15 µg/m³ de l'any anterior.

En relació als valors de les estacions properes al trànsit seguint el criteri zonal establert al país, el valor global en zona de trànsit per a tot el país és de 38 µg/m³. El valor ha augmentat respecte els 30 µg/m³ de l'any anterior.



Gràfic 20. Representació dels nivells de NO₂ de les zones urbanes i de proximitat al trànsit per parròquia. Any 2024

De la mitjana global de les mesures efectuades tant en zona urbana com de trànsit en l'àmbit parroquial, s'observa que els valors es troben per sota del límit normatiu, a excepció de la zona de trànsit de l'Av. Sant Antoni a la parròquia de la Massana, es tracta d'un punt de retencions durant tot l'any.

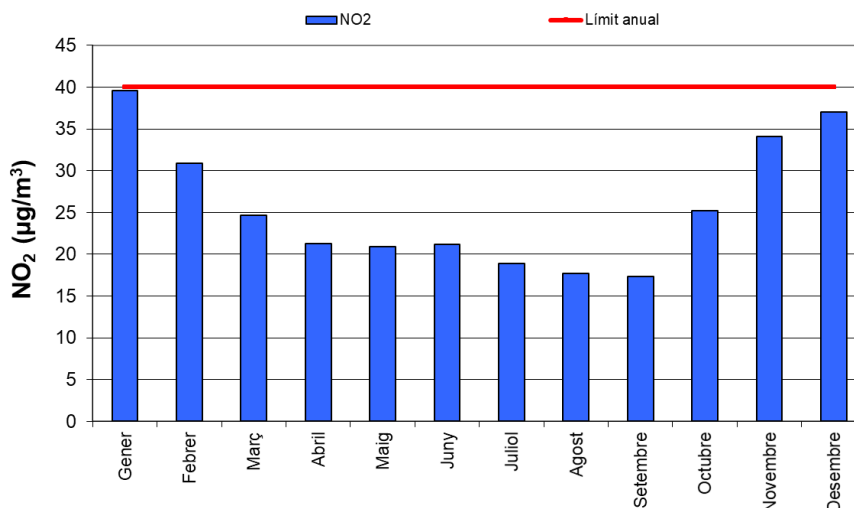
6. COMPORTAMENTS DELS CONTAMINANTS

A efectes informatius, es fa una anàlisi general del comportament de diversos contaminants:

COMPORTAMENT ESTACIONAL

Cas de l'NO₂

Es constata que durant els mesos de tardor i hivern els nivells són superiors en relació a la resta d'estacions de l'any a causa de les calefaccions i les condicions d'estabilitat atmosfèrica. Al seu torn, coincideix amb la temporada alta de turistes i visitants al Principat.



Gràfic 21. Evolució estacional de l'NO₂ a l'estació de referència urbana (any 2024).

Cas de les partícules en suspensió PM₁₀ i PM_{2,5}

No responen a un comportament típicament estacional.

Cas de l'O₃

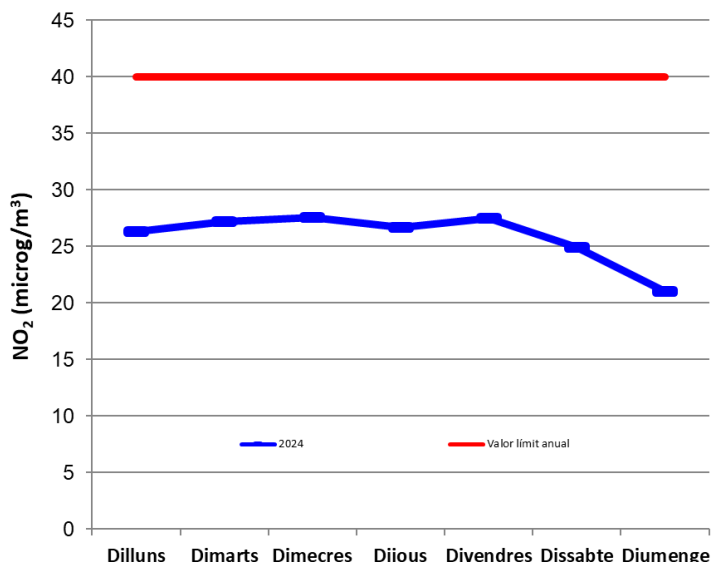
Té un caràcter molt estacional centrat a la primavera i a l'estiu a causa de les condicions meteorològiques favorables a la seva formació.

COMPORTAMENT SETMANAL

Cas de l'NO₂

La disminució dels nivells d'immissió dels contaminants primaris durant el cap de setmana és significativa. La circulació de vehicles particulars i de repartiment de mercaderies es manté alta i constant durant la majoria de dies laborables d'un exercici. La contribució de les emissions degudes al trànsit corresponent als caps de setmana és inferior i desigual al llarg de tot l'any.

Aquest comportament el trobem també en altres contaminants com el SO₂, el CO i les PM.



Gràfic 22. Perfil setmanal de l'NO₂ a la vall central (2024)

Cas de l'O₃

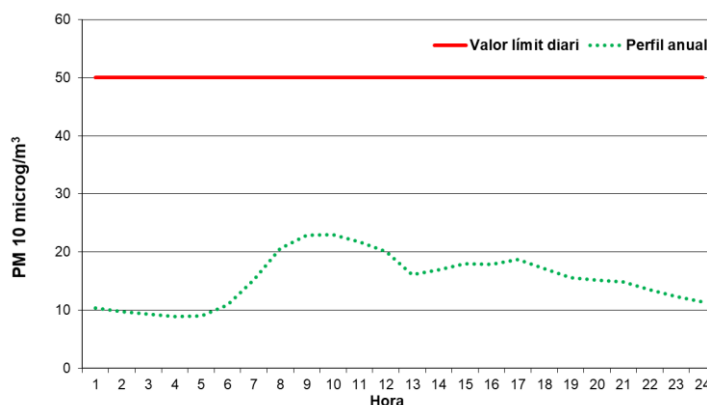
No s'aprecia una variació significativa entre els dies laborables i els caps de setmana.

COMPORTAMENT DIARI

Cas PM₁₀

El perfil anual de PM₁₀ correspon a la mitjana de tots els mesuraments diaris del 2024 i confirma el comportament diari esperat per a un contaminant primari (línia discontinua).

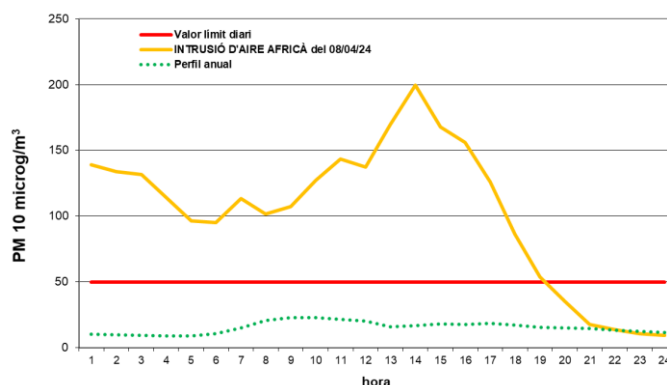
Diàriament es registra, durant el matí, un primer màxim de contaminació; al migdia, un mínim; un segon màxim menys important a la tarda, i a la nit s'enregistren els nivells més baixos, a causa del ritme feble de l'activitat humana.



Gràfic 23. Perfil diari de partícules PM₁₀ a la vall central

Aquest comportament el trobem també en altres contaminants com el NO₂, SO₂ i CO.

En el gràfic 26 es presenta una situació d'intrusió de pols en suspensió provinent del nord d'Àfrica corresponent al dia 8 d'abril del 2024, la qual provoca una superació del límit diari de 50 µg/m³.

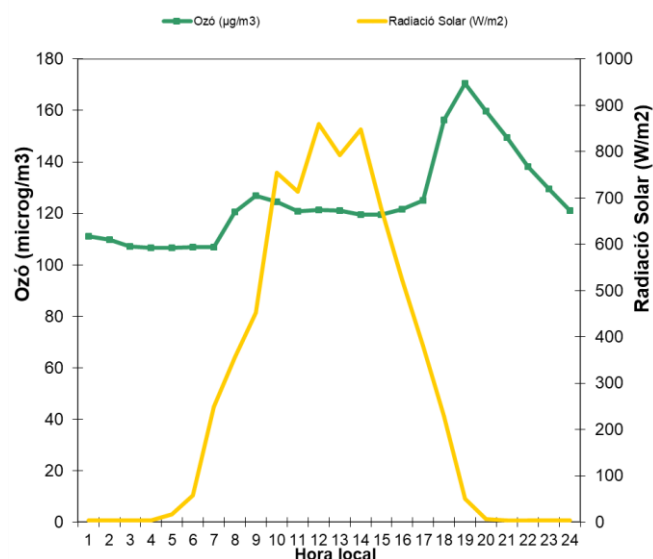


Gràfic 24. Perfil de partícules PM₁₀ del dia 08/04/2024 a la vall central

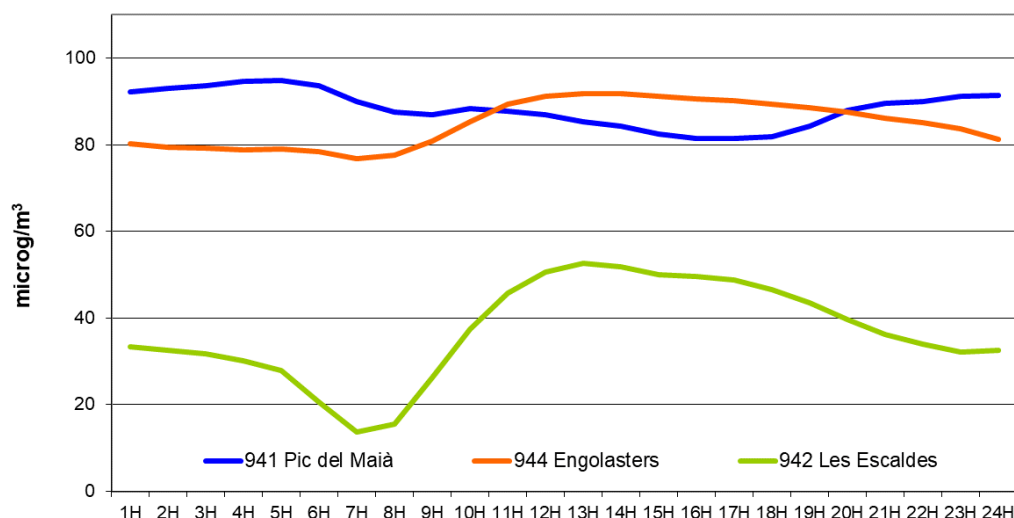
Cas de l'O₃

L'ozó és un contaminant secundari que prové de la transformació química en l'atmosfera d'alguns contaminants primaris (en particular els NO_x i els COV's) sota l'efecte dels rajos solars.

Per tant, durant el dia se n'incrementen progressivament els nivells fins a assolir generalment els valors més importants durant la tarda i el vespre en les zones periurbanes.



Gràfic 25. Perfil diari de l'ozó en el periurbà de la vall central (07/06/2024)



Gràfic 26: Perfil diari dels mesuraments d'ozó durant la campanya d'estiu (de l'1 de maig al 30 de setembre 2024).

L'estació del Pic del Maià presenta un perfil diari força pla en concordança amb l'altitud en què es troba. L'allunyament de les zones urbanes impedeix la destrucció d'ozó a causa de la influència de les emissions de contaminants primaris. Entre les 23 h i les 5 h es donen els valors més alts, que són lleugerament superiors als que s'enregistren durant la resta del dia.

En l'estació fixa de referència periurbana d'ozó situada a Engolasters s'observa com, la concentració d'ozó en l'àmbit periurbà, representatiu de pràcticament tot el territori nacional, dona un perfil marcat amb un mínim al matí, cap a les 7 h, que evoluciona vers un nivell màxim a les 13 h i que disminueix molt progressivament durant tota la nit.

L'estació fixa de referència urbana de la vall central situada a les Escaldes presenta un mínim diari molt accentuat a les 7 h moment en què, per efecte d'una punta d'emissió de contaminants primaris, es destrueix una gran quantitat d'ozó troposfèric. El nivell d'ozó es va incrementant progressivament fins a assolir el seu màxim a les 13 h.

7. CONCLUSIÓ

Dels resultats dels mesuraments per a l'any 2024 a les estacions fixes de referència urbana i periurbana, representatives dels nivells de fons de la vall central, i dels mostrejadors passius de diòxid de nitrogen de la xarxa manual perenne de tot el territori, es conclou el següent:

a) Es compleixen els valors límit reglamentaris dels contaminants següents:

- El diòxid de nitrogen (NO_2) pel valor límit anual i pel nombre de superacions del límit horari a la vall central en les zones urbanes. El diòxid de nitrogen (NO_2) per les zones properes al trànsit, a excepció de l'estació de trànsit de la Massana.
- El diòxid de sofre (SO_2).
- El monòxid de carboni (CO).
- Les partícules inferiors a 10 micres (PM_{10}).
- Les partícules inferiors a 2,5 micres ($\text{PM}_{2,5}$).
- L'ozó (O_3) pel llindar d'informació i llindar d'alerta a la població.
- L'ozó (O_3) pel valor objectiu anual per a la protecció de la salut humana i pel valor objectiu per a la protecció de la vegetació.

b) S'incompleixen els valors límits reglamentaris dels contaminants següents:

- Els òxids de nitrogen (NO_x) pel valor límit anual per a la protecció de la vegetació.
- El diòxid de nitrogen (NO_2) pel valor límit anual en la zona de trànsit de la Massana.

Entre els anys 2005 i 2023, l'any 2006 va ser el més desfavorable pel que fa a l'estat de la qualitat de l'aire d'Andorra. Des del 2006, els nivells de contaminació han davallat significativament fins a establir-se en els darrers anys. L'any 2019, es va adaptar l'IQA als criteris europeus i es va fer més restrictiu. Tot i això, l'any 2024 la qualitat de l'aire ha estat excel·lent o bona durant un 87% del temps, ha estat regular durant un 10%, deficient o dolenta durant un 3%, i molt dolenta durant un 0% del temps.

Cal destacar, tal com s'ha esmentat anteriorment, que aquest any la mitjana anual de NO_2 mesurada a l'estació fixa de la vall central s'ha mantingut molt similar respecte a l'any anterior.

En relació amb les PM, el nombre de superacions diàries dels darrers quatre 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.