



Govern d'Andorra

LA QUALITAT
DE L'AIRE A ANDORRA
ANY 2020



Medi Ambient
govern d'andorra

LA QUALITAT DE L'AIRE A ANDORRA – ANY 2020

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), l'estació fixa d'ozó situada a Engolasters és representativa de gairebé tot el territori nacional.

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.
- Xarxa manual perenne de mostrejadors passius d' NO_2 : composta per 43 punts de mesura, distribuïts per totes les parròquies. Es mesura l' NO_2 en quatre campanyes/any, d'un mes de durada cada una.

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 2020, s'han produït 64 episodis d'inversió tèrmica, la gran majoria entre els mesos de gener, febrer, novembre i desembre.

4. RESULTATS DE L'ANY 2020

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 PM₁₀,¹ l'O₃, el CO i el SO₂ enregistrats a les dos estacions de referència de la vall central (l'estació d'Engolasters per a l'ozó O₃, 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.

Valor de l'índex	Qualitat de l'aire	NO ₂ (ugm ⁻³)*	PM ₁₀ (ugm ⁻³ TEOM)**	O ₃ (ugm ⁻³)*	CO (mgm ⁻³ ***)	SO ₂ (ugm ⁻³)*
1	EXCEL·LENT	0-40	0-20	0-50	0-5	0-100
2	BONA	41-90	21-40	51-100	6-7,5	101-200
3	REGULAR	91-120	41-50	101-130	7,6-10	201-350
4	DEFICIENT	121-230	51-10	131-240	11-20	351-500
5	DOLENTA	>230	>100	>240	>20	>500

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

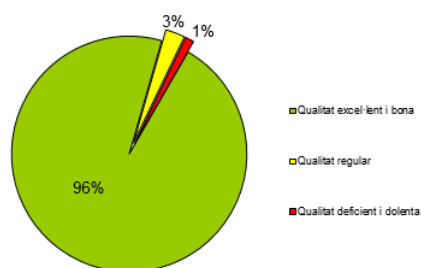
*Basat en mitjana horària. **Basat en mitjanes 24-horàries, mètode TEOM corregit pel factor gravimètric/TEOM. ***Basat en mitjanes 8-horàries

L'any 2020 la qualitat de l'aire ha estat excel·lent o bona durant un 96,1% del temps, ha estat regular durant un 2,7% del temps i deficient o dolenta durant un 1,2%. Tot i utilitzar el nou IQA, que és més restrictiu, **per a l'any 2020 s'observen els millors percentatges de qualitat de l'aire excel·lent o bona mai registrats des de l'any 2005**. Aquest fet està relacionat amb la crisi sanitària causada per la COVID-19, per la qual el país va estar confinat des del 14 de març fins al 31 de maig del 2020, i amb les restriccions de mobilitat i confinament dels països veïns, que han afavorit la millora de la qualitat de l'aire.

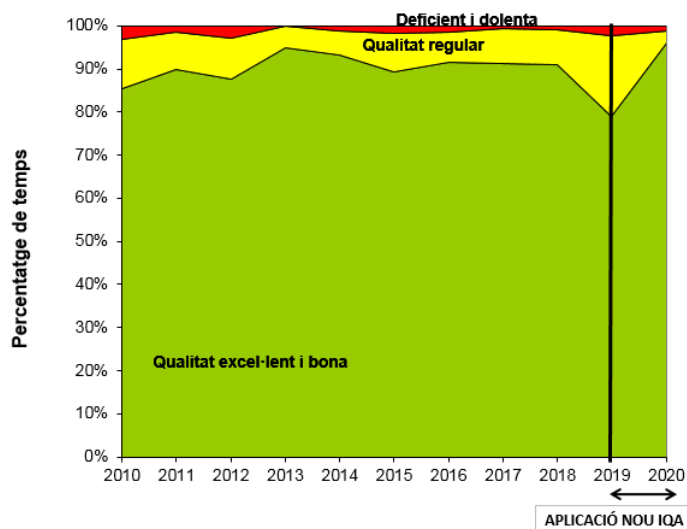
¹ Cal tenir en compte que els mesuraments de les partícules es duen a terme mitjançant una microbalança (TEOM) a fi de disposar de dades en temps real, cosa que no permet valorar la fracció volàtil de partícules. L'any 2020 es continua fent una comparació de les partícules PM₁₀ entre el mesurament de referència, el mètode gravimètric i el mètode de la microbalança; ha proporcionat una ràtio mitjana anual d'1,4.



Índex de qualitat de l'aire - any 2020



Gràfic 1. Índex de qualitat de l'aire (IQA actual) - any 2020



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

4.2. RESULTATS DE LA XARXA AUTOMÀTICA

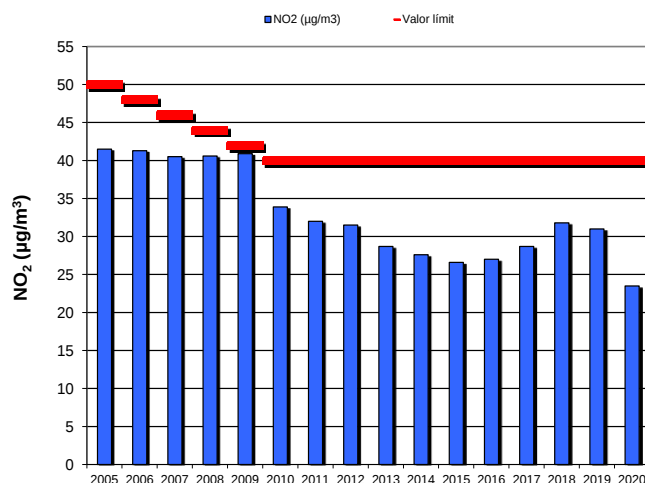
4.2.1. Òxids de nitrogen (NOx)

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	2020	Valor límit normatiu
	Estació	Fixa	
	Àrea geogràfica	Vall central	
	Zona	Escaldes-Engordany	
	Tipus	Urbana	
NO	Mitjana anual (µg/m ³)	15,6	
NO ₂	Mitjana anual per a la protecció de la salut humana (µg/m ³)	23,5	40
	Nombre mitjanes horàries superiors a 200 µg/m ³	0	18
	Nombre de superacions del límit d'alerta de 400µg/m ³	0	
NOx	Mitjana anual per a la protecció a la vegetació(µg/m ³)	48,6	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

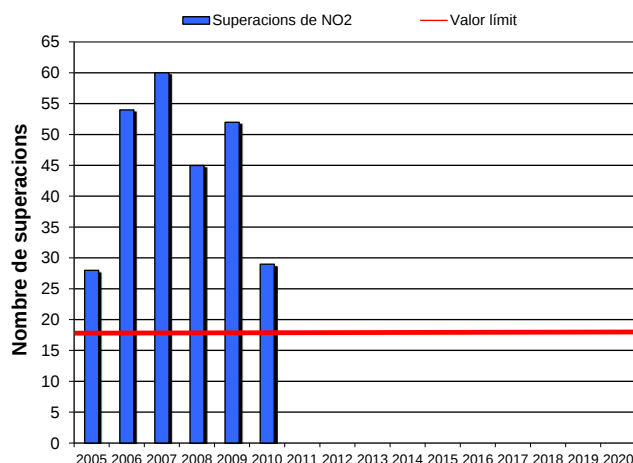
La concentració mitjana anual del diòxid de nitrogen (NO_2) de $23,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ és inferior al valor límit per a la protecció de la salut, fixat pel Reglament i per l'OMS, de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Cal destacar que la mitjana anual mesurada a l'estació fixa de la vall central ha disminuït significativament respecte a l'any anterior, i és la més baixa registrada des de l'any 2005. Aquest fet s'explica pel confinament viscut al país a causa de la crisi sanitària per 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.

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 2020 ha estat de $48,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cal tenir en compte que el resultat d' 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 2020 no s'ha enregistrat cap superació horària de diòxid de nitrogen.



Gràfic 4. Evolució del nombre de superacions del límit horari objectiu per al 2010 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 des de l'any 2005.

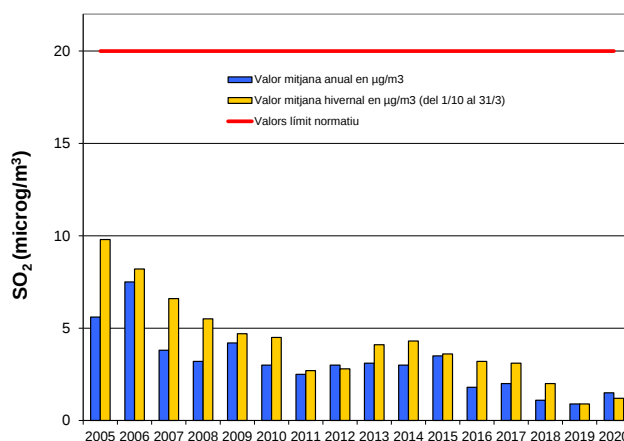
4.2.2. Diòxid de sofre (SO_2)

L' SO_2 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' SO_2 es transforma en àcid sulfúric i participa en el fenomen de les pluges àcides. L' SO_2 és una substància irritant de les mucoses, de la pell i de les vies respiratòries superiors.



Any	2020	Valor límit normatiu
Estació	Fixa	
Àrea geogràfica	Vall central	
Zona	Escaldes-Engordany	
Tipus	Urbana	
Valor mitjana anual en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,5	20
Valor mitjana hivernal en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (del 1/10 al 31/3)	1,2	
Nombre de superacions del límit horari de $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0	24
Nombre de superacions del límit diari de $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0	3
Nombre de superacions del límit d'alerta de $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0	

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



Gràfic 5. Mitjana d'SO₂ els darrers anys

Les mitjanes anual i hivernal són molt inferiors al valor límit normatiu per a la protecció dels ecosistemes. No s'han ultrapassat mai els valors límit horari i diari per a la protecció de la salut humana ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivament).

L'any 2020 el valor de la mitjana anual ha estat d'1,5, molt similar a la mitjana hivernal, que ha sigut d'1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

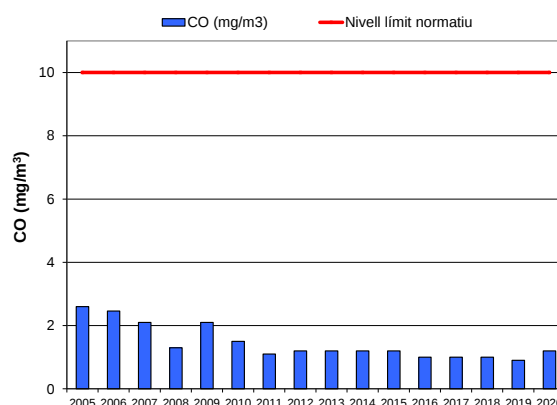
La mitjana anual i la mitjana hivernal han estat lleugerament superiors a les de la campanya precedent ($0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

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.

Any	2020	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	1,2	10
Mitjana anual en mg/m^3	0,2	

Taula 4. Resultats del CO a l'estació fixa



Gràfic 6. Mitjana d'CO els darrers anys

El valor màxim de les mitjanes octohoràries d'1,2 mg/m^3 és molt inferior al límit normatiu per a la protecció de la salut humana, que és de $10 \text{mg}/\text{m}^3$. La mitjana anual és de $0,2 \text{mg}/\text{m}^3$.



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, desgasts...) 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.

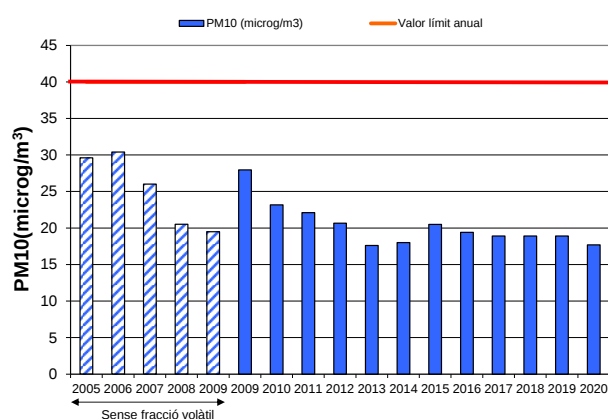
Les partícules, en funció del seu diàmetre, es classifiquen en PM₁₀ i PM_{2,5}.

4.2.4.1. Partícules PM₁₀

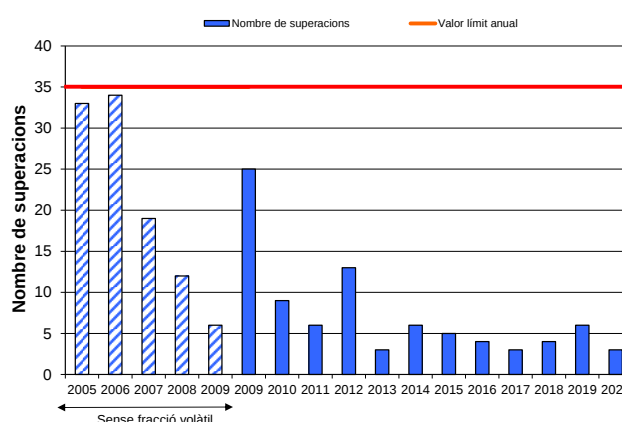
A continuació es mostren els resultats obtinguts segons el mètode de referència gravimètric.

Any	2020	Valor límit normatiu
Estació	Fixa	
Àrea geogràfica	Vall central	
Zona	Escaldes-Engordany	
Tipus	Urbana	
Valor mitjana any civil en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	17,7	40
Nombre de superacions del límit diari de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	3	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. S'observa una davallada significativa de la mitjana anual de partícules des de l'any 2009, fins a assolir un valor de 17,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ l'any 2020.² Cal destacar que la mitjana anual obtinguda l'any 2020 és la més baixa registrada des del 2005. Tenint en compte que les partícules també estan lligades al trànsit, aquesta lleugera disminució en comparació amb els anys anteriors pot ser causada per les restriccions sanitàries causades per la COVID-19, entre les quals va haver-hi un període de confinament total al país (des del mes de març al mes de maig).

² Cal tenir en compte que els mesuraments de les partícules es duen a terme mitjançant una microbalança (TEOM) a fi de disposar de dades en temps real, cosa que no permet valorar la fracció volàtil de partícules. L'any 2020 s'ha continuat fent una comparació de les partícules PM₁₀ entre el mesurament de referència, el mètode gravimètric i el mètode de la microbalança; ha proporcionat una ràtio mitjana anual d'1,4.



Nombre de superacions diàries de 50 µg/m³

Igual que la mitjana anual, des del 2005 el nombre de superacions s'ha situat per sota del límit normatiu de 35 superacions permeses, amb un valor de tres superacions l'any 2020.

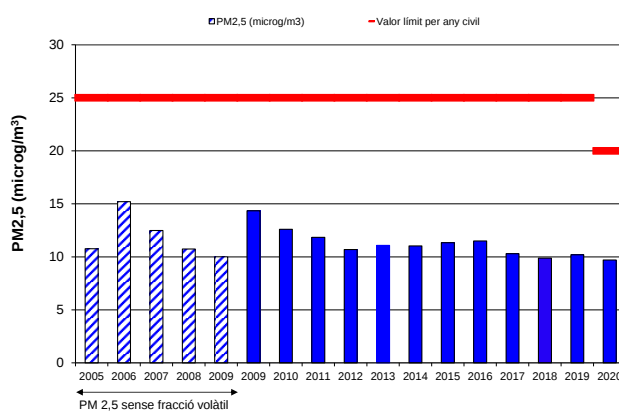
El nombre de superacions diàries és inferior al que es va enregistrar l'any passat. Uns episodis d'intrusió d'aire càlid carregat de partícules provinent del nord d'Àfrica són els causants d'aquests ultrapassaments.

Durant l'any 2020, s'incompleix el valor guia diari establert per l'OMS de 50 µg/m³, que s'ha vist superat tres dies.

4.2.4.2. Partícules PM_{2,5}

Any	2020	Valor límit normatiu
Estació	Fixa	
Àrea geogràfica	Vall central	
Zona	Escaldes-Engordany	
Tipus	Urbana	
Valor mitjana any civil en µg/m³	9,7	20
Valor objectiu de reducció al 2020 any civil en µg/m³		11,9

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



Gràfic 10. 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 per als 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 dels valors objectius i dels valors límit anuals fixats per al 2010, el 2015 i el 2020. La mitjana de 9,7 µg/m³ per a l'any 2020 reflecteix una lleugera disminució d'aquest contaminant en relació amb el valor de l'any anterior, que se situava en 10,2 µg/m³.

En relació amb les recomanacions de l'OMS, s'incompleix el valor guia diari de 25 µg/m³, que s'ha superat dos vegades durant tot l'any 2020.

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) sota l'efecte dels rajos solars; per tant, les concentracions més importants d'O₃ es donen a l'estiu i poden recórrer grans distàncies. L'ozó té un efecte nefast sobre la vegetació i contribueix a l'efecte d'hivernacle. L'O₃ és un gas agressiu que



penetra fàcilment fins a les vies respiratòries més fines. Provoca tos, alteracions pulmonars i irritacions oculars.

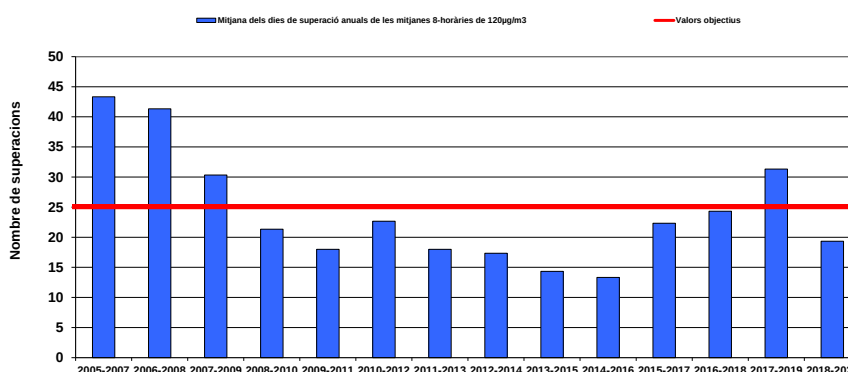
Any	2020	Valors objectius
Estació	Fixa	
Àrea geogràfica	Vall central	
Zona	Engolasters	
Tipus	Periurbana	
Màxim de les mitjanes 8-horàries ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	113	
Nombre de dies de superacions de les mitjanes 8-horàries de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mitjana calculada sobre 3 anys. Període 2018 - 2020	19	25
Valor AOT 40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$). Mitjana calculada sobre 5 anys. Període 2016 - 2020	17.305	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 7. Resultats d'O₃ a l'estació fixa

Des de l'any 2005, s'han enregistrat superacions del llindar d'informació a l'estació de referència periurbana de la vall central, situada a Engolasters, l'any 2006, l'any 2017 i l'any 2018, i no s'ha enregistrat mai cap superació del llindar d'alerta.

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 $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ més de 25 dies per any civil sobre un període de tres anys.

El valor per al trienni 2018-2020 és de 19 dies i, per tant no se supera el valor màxim de 25 dies.



Gràfic 11. Evolució històrica del nombre de dies de superacions de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

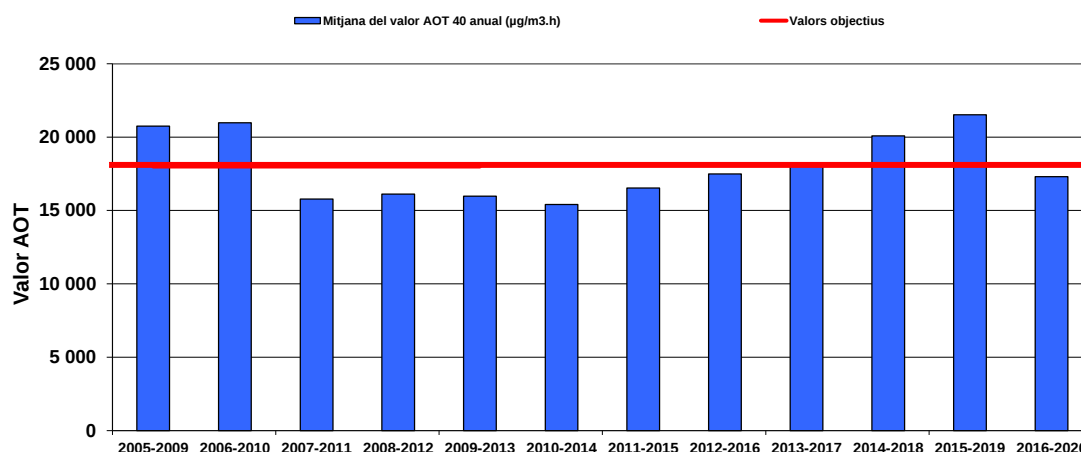
El valor màxim octohorari registrat aquest any 2020 és de $113 \mu\text{g}/\text{m}^3$, i es va registrar el dia 31 de juliol. Aquest valor és inferior al valor màxim de l'any 2019 ($149 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

L'OMS estableix un valor màxim de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en mitjana octohorària que no es pot superar mai; per tant, aquest any 2020 s'ha incomplert aquest valor en 13 ocasions.

El valor objectiu de l'indicador establert al Reglament, l'AOT40³ de protecció de la vegetació, correspon a la mitjana d'un període de cinc anys. Al 2020 es disposa de la dotzena sèrie completa de mitjana sobre 5 anys, que ha proporcionat un valor de l'AOT 40 de 17.305. Aquest valor compleix el límit normatiu de 18.000.

³ AOT40 significa la suma de la diferència entre les concentracions horàries superiors a $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durant un període donat, utilitzant únicament els valors horaris mesurats quotidianament entre les 8:00 h i 20:00 h.





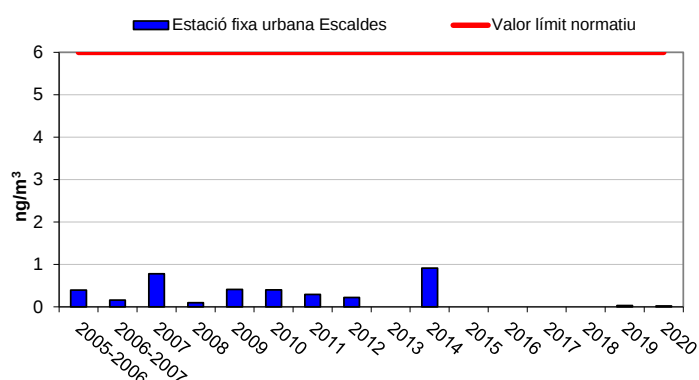
Gràfic 12. Evolució històrica dels valors de l'AOT40

4.2.6. Metalls en suspensió

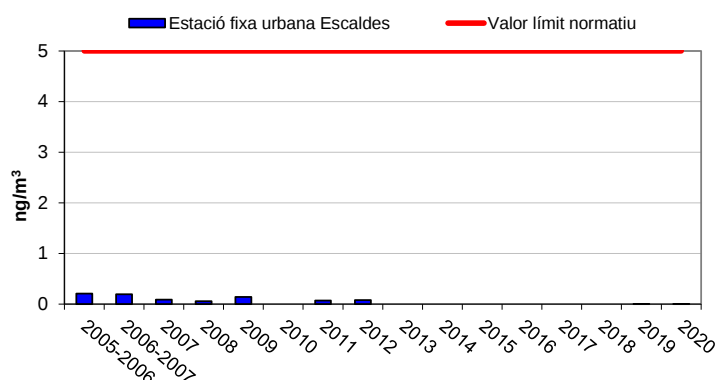
Els metalls provenen de la combustió del carbó, del petroli o dels residus sòlids urbans i d'alguns procediments industrials particulars. Es retroben generalment al nivell de les partícules (excepte el mercuri, que és principalment gasós). El consum generalitzat de la gasolina sense plom ha provocat 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 molses 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 d'alt 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 d'aquests pol·luents mesurats en els darrers anys es recull en els gràfics següents:

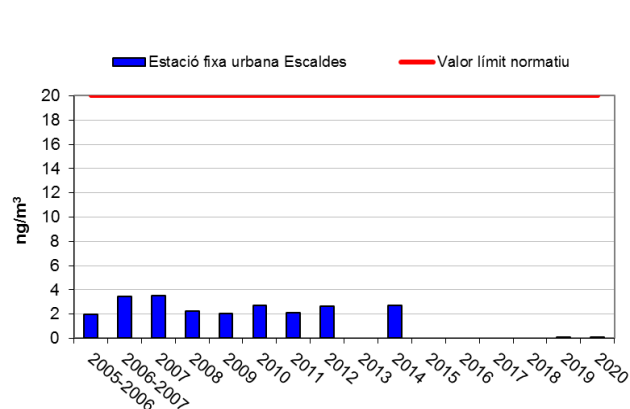


Gràfic 13. Evolució de l'arsènic (període 2005-2020)

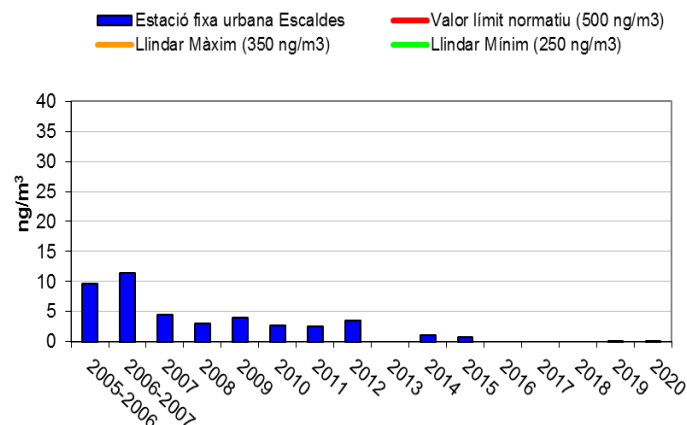


Gràfic 14. Evolució del cadmi (període 2005-2020)





Gràfic 15. Evolució del níquel (període 2005-2020)



Gràfic 16. Evolució del plom (període 2005-2020)

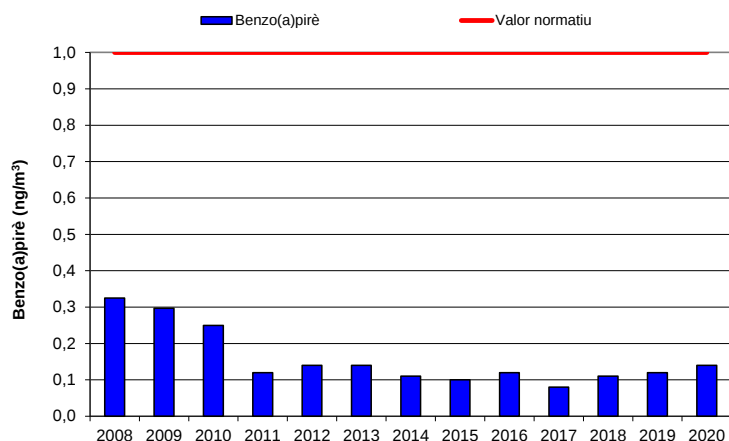
A partir de l'any 2019, i donades les baixes concentracions detectades els anys anteriors, les campanyes de metalls passen a ser de 14 dies en lloc de campanyes setmanals, i consegüentment s'han adaptat els límits de detecció.

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.

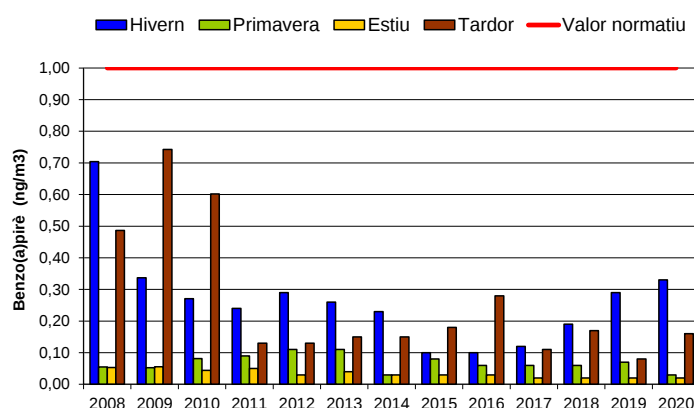
4.2.7. Hidrocarburs aromàtics policíclics (HAP): benzo(a)pirè

Els hidrocarburs aromàtics policíclics (HAP) es mesuren amb un captador de partícules d'alt 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 el 2020 ha estat de 0,14 ng/m³.



Gràfic 17. Evolució del benzo(a)pirè. Anys 2008 a 2020



Gràfic 18. Evolució estacional del benzo(a)pirè



El valor anual obtingut és molt inferior a l'establert per la normativa vigent. A l'estiu s'obté el valor més baix i s'ha estabilitzat en 0,2 ng/m³ durant els últims anys. Cal destacar que a la primavera també s'ha registrat el valor més baix juntament amb l'any 2014 des de l'any 2008, amb un valor de 0,3 ng/m³.

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 rodat.
- 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'any 2020 s'han dut a terme quatre campanyes d'un mes cadascuna en 43 punts de mesura. Les campanyes fetes de mitjans de juliol a mitjans de setembre són representatives de temporada baixa i les dels mesos de novembre i desembre 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 periurbà i de proximitat al trànsit.

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	21/07/2020 al 18/08/2020
	Oriental	22/07/2020 al 19/08/2020
	Nord i Sud	23/07/2020 al 20/08/2020
CAMPANYA 2	Central	18/08/2020 al 15/09/2020
	Oriental	19/08/2020 al 16/09/2020
	Nord i Sud	20/08/2020 al 17/09/2020
CAMPANYA 3	Central	02/11/2020 al 30/11/2020
	Oriental	03/11/2020 al 01/12/2020
	Nord i Sud	04/11/2020 al 02/12/2020
CAMPANYA 4	Central	30/11/2020 al 28/12/2020
	Oriental	01/12/2020 al 29/12/2020
	Nord i Sud	02/12/2020 al 30/12/2020



4.3.2. Síntesi de les concentracions mitjanes anuals per tipologia

	Concentracions mitjanes anuals 2020 de NO ₂ (µg/m ³) Síntesi per tipologia		
	Mitjana	Mínim	Màxim
Proximitat trànsit (14 punts)	46	19,94*	74,4
Urbà (25 punts)	26	11,15	49,28
Periurbà (4 punts)	10	2,84	25,63

*Punt de mesura al Pas de la Casa: mesura afectada per les restriccions de la frontera francesa degut a la crisi sanitària causada per la COVID-19.

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

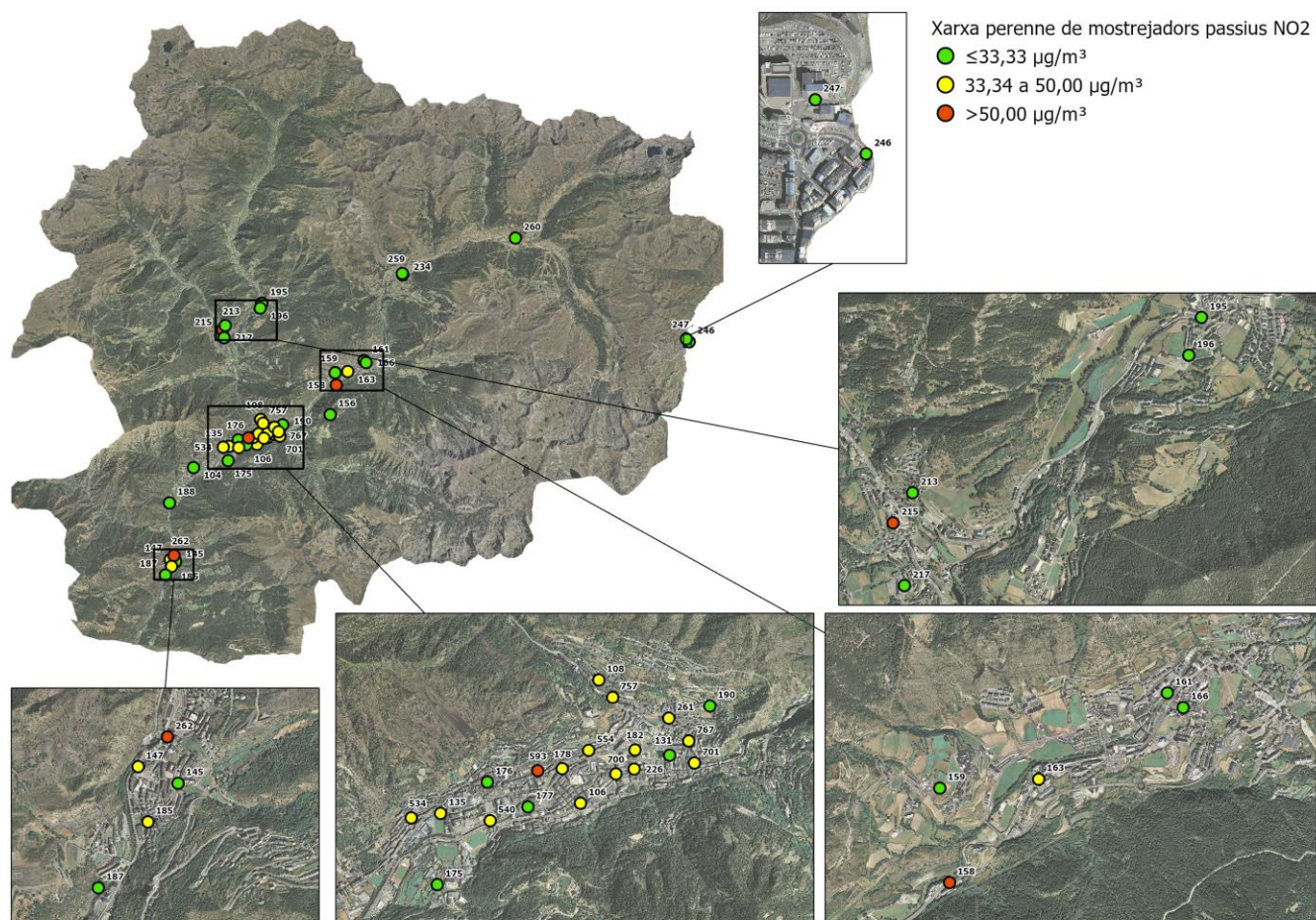
Cal recordar que el valor límit anual per a la protecció de la salut humana és de 40 µg/m³.

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 NO ₂ (µg/m ³)	Percentatge d'estacions de mesura per franja
0 - 33,33	48,80%
33,33 - 50	41,90%
> 50	9,30%



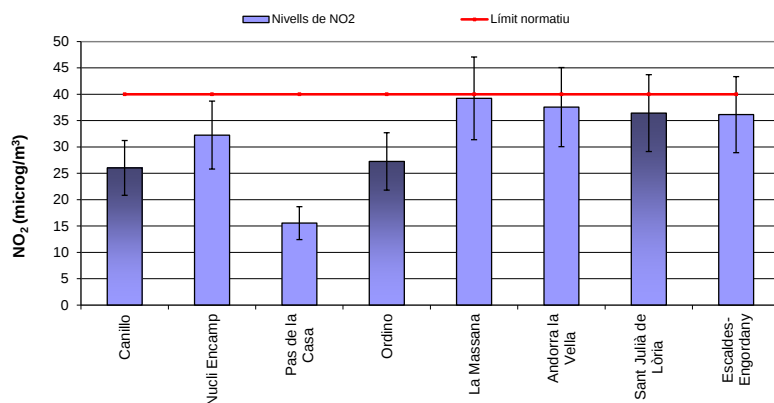


Imatge 2. Repartició geogràfica de les concentracions d'NO₂ del país

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

Les parròquies de Canillo (26 µg/m³), d'Encamp (nucli d'Encamp, 32 µg/m³, i Pas de la Casa, 16 µg/m³) i d'Ordino (27 µg/m³) presenten uns nivells globals inferiors al valor normatiu. Pel que fa a les estacions properes al trànsit, els nuclis del Pas de la Casa i Ordino presenten uns nivells inferiors al límit normatiu i Canillo es troba just al límit. Per al nucli del Pas de la Casa, les mesures del punt de trànsit s'han vist afectades a la baixa pel tancament de la frontera francesa durant les mesures de la tercera campanya (del 3/11/2020 a l'1/12/2020). Les parròquies d'Andorra la Vella (38 µg/m³), de Sant Julià de Lòria (36 µg/m³), d'Escaldes-Engordany (36 µg/m³) i de la Massana (39 µg/m³) presenten un valor global al voltant del límit normatiu anual de 40 µg/m³, i les estacions properes al trànsit superen el valor normatiu.

De la mitjana global de les mesures efectuades tant en zona periurbana com urbana i de trànsit en l'àmbit parroquial, s'observa que les parròquies de la Massana, d'Andorra la Vella, de Sant Julià de Lòria i d'Escaldes-Engordany tenen nivells globals al voltant normatiu de 40 µg/m³.



Gràfic 19. Representació dels nivells globals



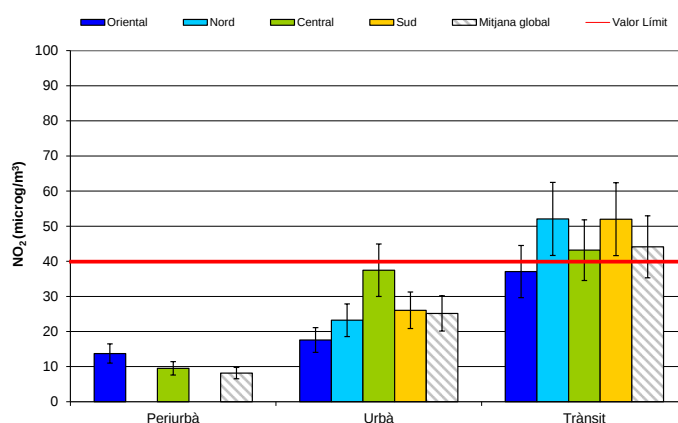
Al gràfic 20 es presenten els nivells anuals d'NO₂ segons el tipus d'estació de mesurament (periurbà, urbà i de trànsit). En la llegenda del gràfic es distingeixen quatre zones, cadascuna de les quals inclou diferents parròquies, detallades a continuació:

- 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

En zona periurbana es respecta el límit normatiu a tot el país, i s'obté una mitjana de tots els punts periurbans de 10 µg/m³.

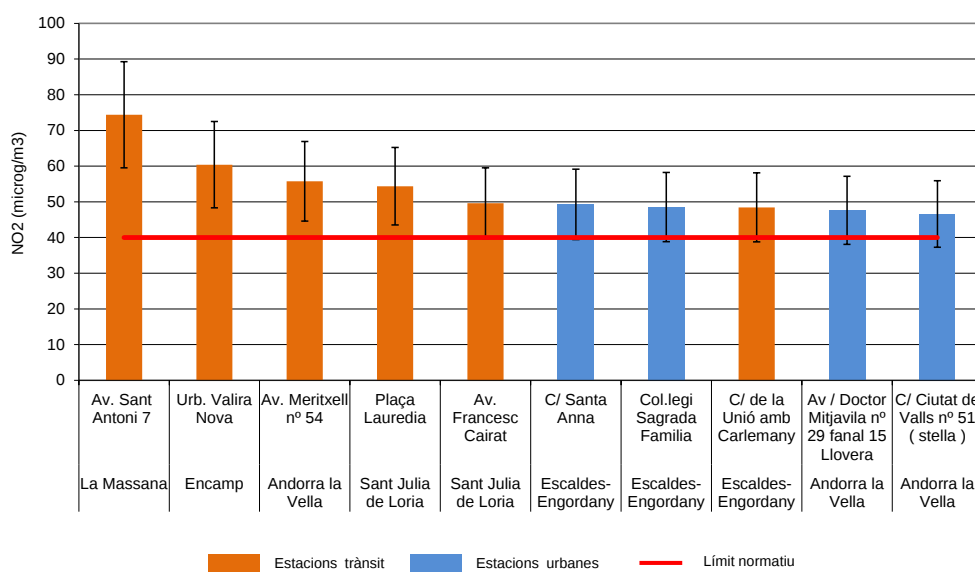
En el conjunt de les estacions manuals urbanes de les parròquies d'Andorra la Vella i Escaldes-Engordany s'enregistren nivells al voltant del límit normatiu, mentre que a la resta de parròquies els nivells són inferiors. El valor global en zona urbana per a tot el país és de 26 µg/m³.

S'incompleixen els valors a 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 46 µg/m³.



Gràfic 20. Representació dels nivells d'NO₂ per zona i per valls

La classificació del gràfic 21 presenta els 10 punts de mesurament de la xarxa perenne que tenen els nivells d'immissió més elevats. A les estacions on s'enregistren els valors més alts d'NO₂ es constata que es tracta de llocs propers a vies molt transitades o que tenen una configuració que dificulta la dispersió dels contaminants.



Gràfic 21. Representació de les estacions amb els nivells més elevats



6. COMPORTAMENTS DELS CONTAMINANTS

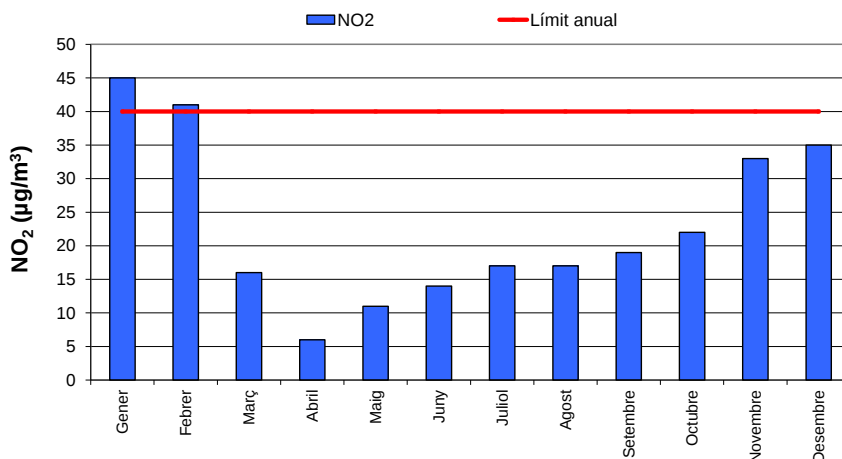
A efectes informatius, es fa una anàlisi general del comportament de diversos contaminants:

COMPORTAMENT ESTACIONAL

Casos de l'NO₂, l'SO₂ i el CO

Es constata que durant els mesos de tardor i hivern els nivells són superiors en relació amb la resta d'estacions de l'any.

Per a l'NO₂ el nivell d'immissió durant els mesos de gener i febrer supera el límit normatiu, ateses les condicions d'estabilitat atmosfèrica i l'augment de les emissions a causa de les calefaccions.



Gràfic 22. Evolució estacional de l'NO₂ a l'estació de referència urbana (any 2020).

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.

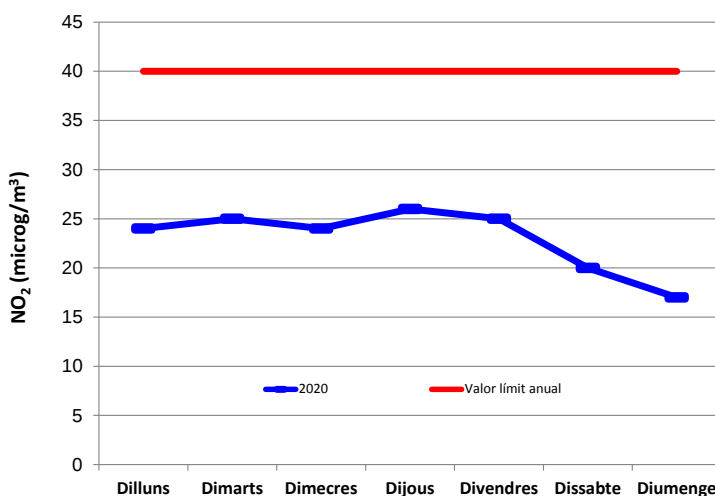
COMPORTAMENT SETMANAL

Casos de l'NO₂, l'SO₂, el CO i les PM

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 corresponents als caps de setmana és inferior i més desigual al llarg de tot l'any.

Cas de l'O₃

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



Gràfic 23. Perfil setmanal de l'NO₂ a la vall central

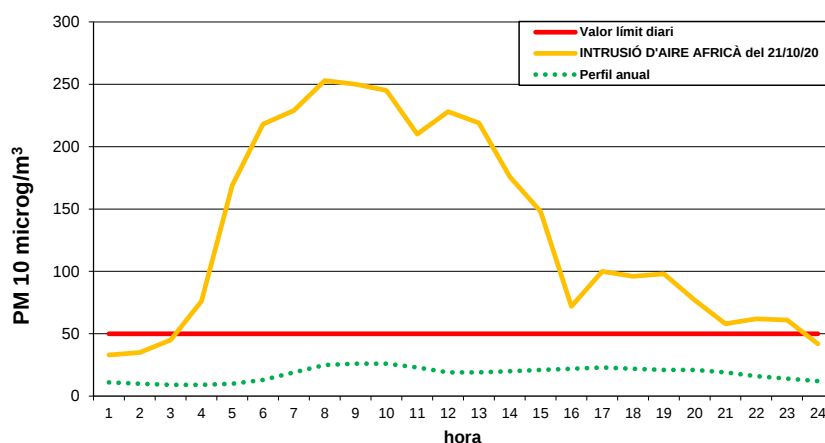


COMPORTAMENT DIARI

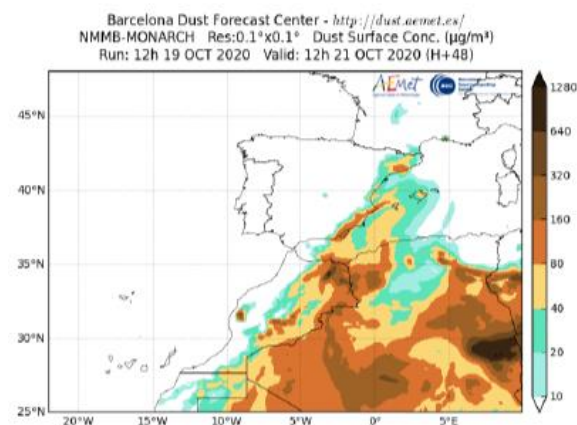
Casos de l'NO₂, l'SO₂, el CO i les PM₁₀

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.

El perfil anual de PM₁₀ correspon a la mitjana de tots els mesuraments diaris del 2020 i confirma el comportament diari esperat per a un contaminant primari (línia discontinua).



Gràfic 24. Perfils diaris de partícules PM₁₀ a la vall central



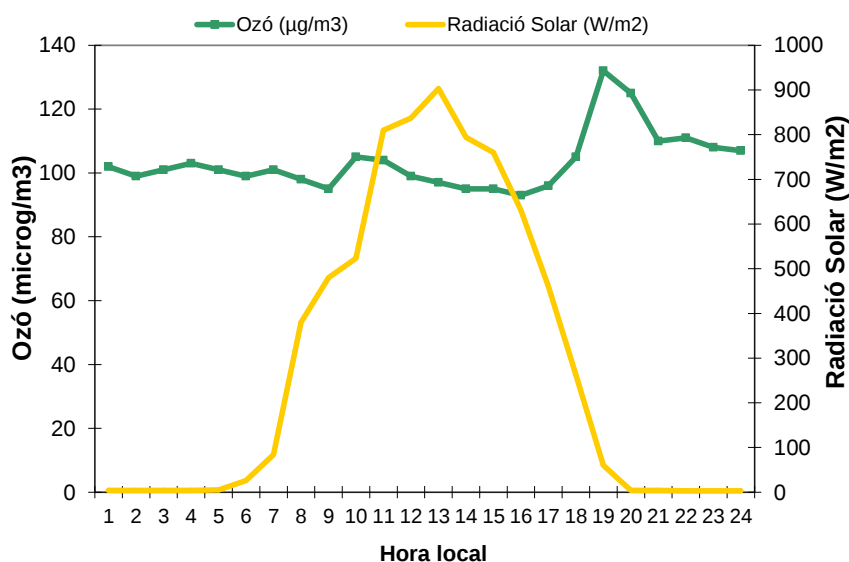
Imatge 3. Nivells de PM₁₀ corresponents al 21/10/2020. Font: BSC (Barcelona Supercomputing Center)

En el gràfic 24 es presenta, a més del perfil anual, una situació d'intrusió de pols en suspensió provinent del nord d'Àfrica corresponent al dia 21 d'octubre del 2020. En aquesta casuística, el perfil de concentracions reflecteix la mateixa dinàmica que el perfil diari corresponent al període anual però presenta uns valors més elevats.

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) sota l'efecte dels rajos solars.

Per tant, cada 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.



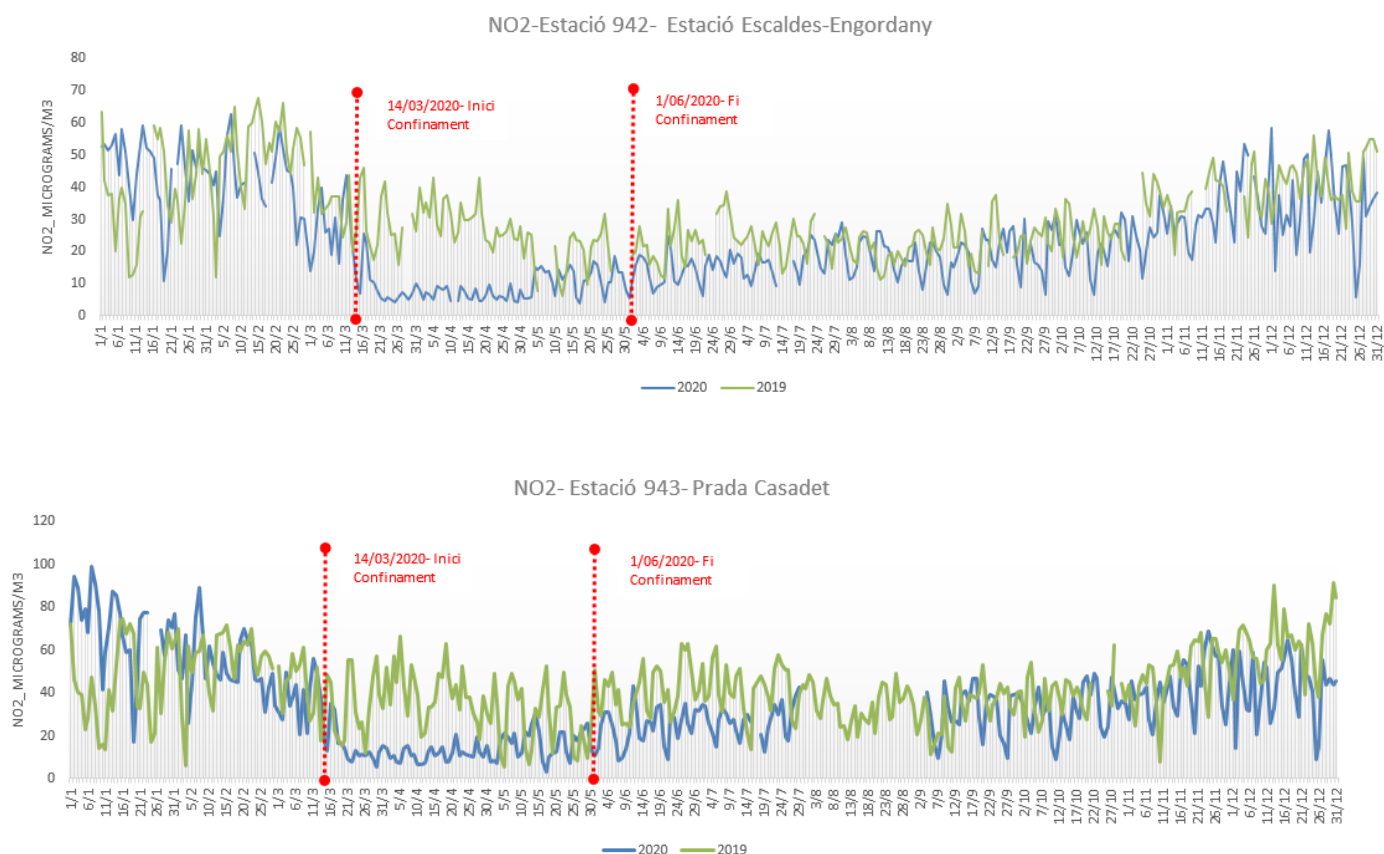
Gràfic 25. Perfil diari de l'ozó en el periurbà de la vall central (any 2020)



7. IMPACTE DE LA CRISI SANITÀRIA DE LA COVID-19 SOBRE LA QUALITAT DE L'AIRE A ANDORRA

Impacte sobre el diòxid de nitrogen (NO₂)

Als gràfics següents es mostra l'evolució diària de les concentracions d'NO₂ tant a l'estació 942 de referència de fons urbà d'Escaldes-Engordany com a l'estació mòbil 943, ubicada a Prada Casadet, i es compara amb el mateix període del 2019. En les dos estacions, s'observa com els valors diaris durant el confinament se situen molt per sota dels valors de l'any 2019.

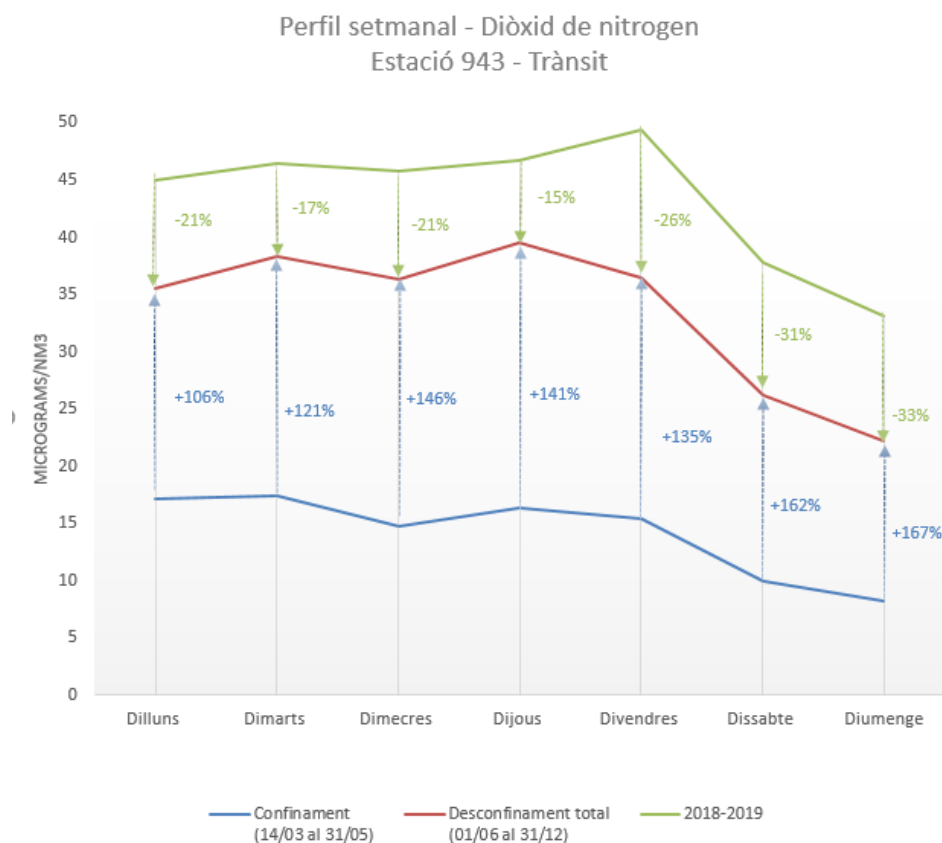


El valor mitjà a l'estació 942 de diòxid de nitrogen en el període de confinament (del 14 de març a l'1 de juny) va ser de 9 µg/m³ i a l'estació 943, de 14 µg/m³, mentre que el valor mitjà en el mateix període del 2019 a l'estació 942 va ser de 26 µg/m³ i a l'estació 943, de 34,5 µg/m³.

Per tant, els valors, en comparació amb el mateix període de l'any 2019, es van reduir a l'estació 942 en un 65% i a l'estació 943 en un 59%. S'estima que el trànsit rodat es va reduir en un 60%.

Si ens fixem en el perfil setmanal de l'estació 943, representativa de l'impacte del trànsit sobre la qualitat de l'aire, veiem que la recuperació de l'activitat després del confinament ha fet augmentar els valors d'NO₂ entre un 106% i un 167%, però tot i aquest augment els valors se situen encara per sota dels valors registrats entre els anys 2018-2019. Aquesta disminució dels valors actuals respecte als valors del 2018-2019 s'observa sobretot durant el cap de setmana, i és fins a un 33% inferior els diumenges.



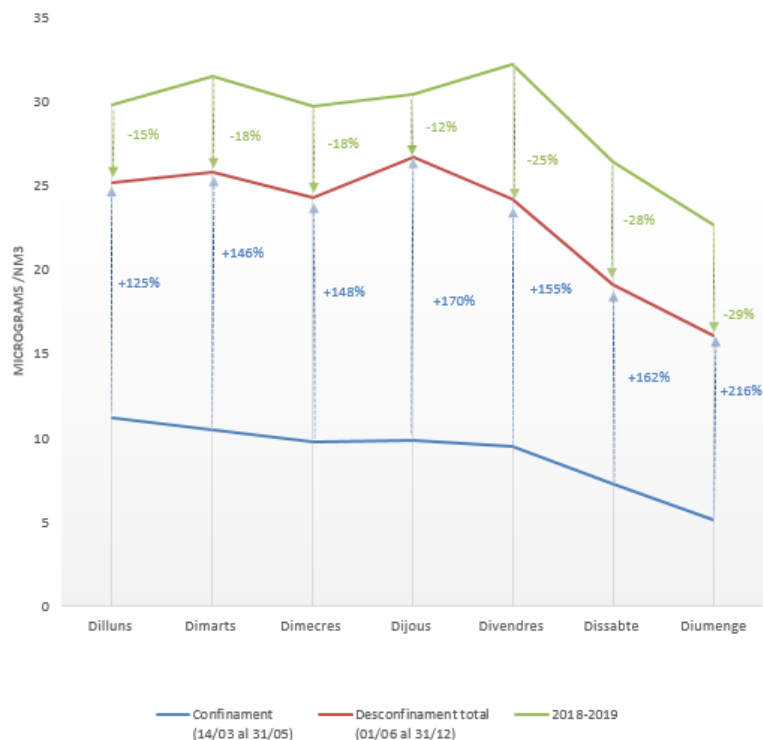


La situació a l'estació 942 és molt semblant, i la recuperació de l'activitat després del confinament ha suposat augments que varien entre el 125% i el 216%. De la mateixa manera que per a l'estació 943, tot i aquest augment, els valors se situen encara per sota dels valors registrats entre els anys 2018-2019, i la disminució s'observa sobretot el cap de setmana i és fins a un 29% inferior els diumenges.

Podem concloure que les estacions de trànsit i de fons urbà segueixen la mateixa tendència.



Perfil setmanal - Diòxid de nitrogen
Estació 942- Fons urbà



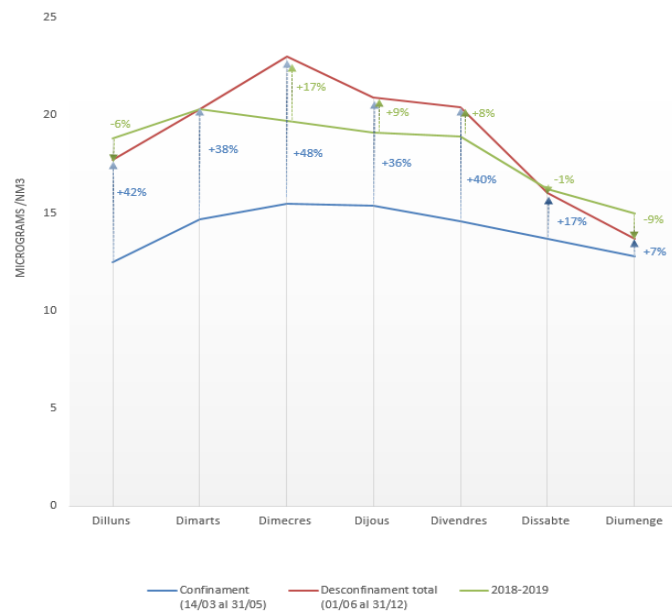
Impacte sobre les partícules PM₁₀ i PM_{2,5}

A l'estació fixa de referència urbana d'Escaldes-Engordany és on es mesuren en continu les partícules PM₁₀ i PM_{2,5}. Tal com s'ha esmentat anteriorment, el trànsit rodat té un impacte sobre les partícules, però no és l'únic factor que entra en joc en l'augment d'aquestes darreres. Per aquest fet, als gràfics següents s'observa que el confinament també ha influït sobre les partícules, i més concretament sobre les PM₁₀, però de manera molt més reduïda que en el cas del diòxid de nitrogen, que va lligat directament al trànsit rodat.

Durant el confinament la mitjana de les PM₁₀ es va situar en 14,2 µg/m³, i es va incrementar un 25% amb la represa total de l'activitat, fins a situar-nos en una mitjana de 18,9 µg/m³. Del perfil setmanal es pot concloure que la variació entre el confinament i la represa de l'activitat varia d'un 7% a un 48%. Si es comparen els períodes de desconfinament i els anys 2018-2019, la variació més important s'observa el diumenge.

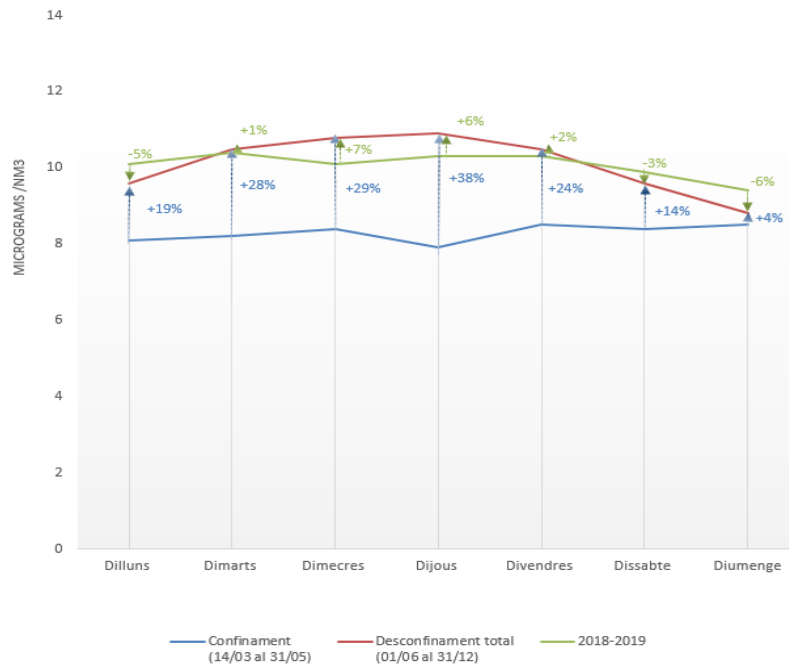


Perfil setmanal - PM10
Estació 942- Fons urbà



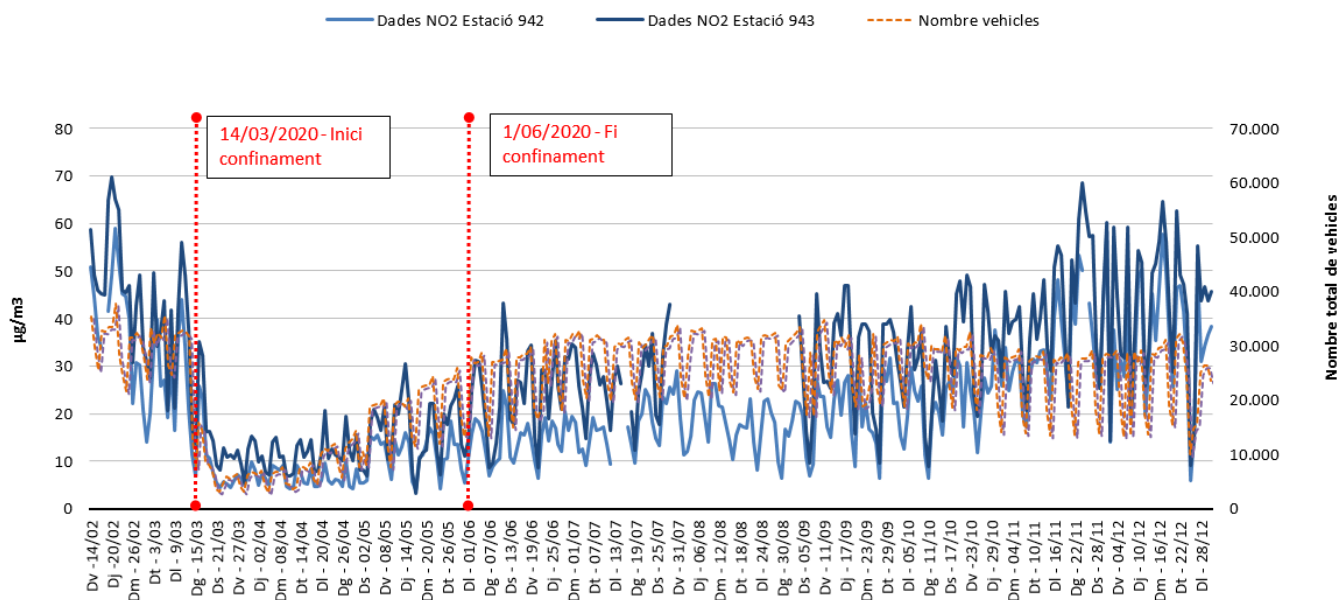
Les $PM_{2.5}$ no s'han vist gaire afectades pel confinament. De fet, si es comparen els períodes de confinament amb el de desconfinament, la variació és d'un 18%.

Perfil setmanal - $PM_{2.5}$
Estació 942- Fons urbà



La influència del trànsit rodat sobre la qualitat de l'aire

El trànsit rodat és una de les principals activitats que tenen un impacte més directe sobre la qualitat de l'aire. En el gràfic següent s'han relacionat el nombre de vehicles registrats a la xarxa viària amb la concentració d'NO₂ mesurada a les estacions 942 i 943 per a l'any 2020.



8. CONCLUSIÓ

Dels resultats dels mesuraments per a l'any 2020 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 periurbanes i urbanes.
- 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 a la població i pel 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:

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

Entre els anys 2005 i 2020, 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 establitzar-se en els darrers anys. L'any 2019, es va adaptar l'IQA als criteris europeus i es va fer més restrictiu. Tot i així, per a l'any 2020 s'han registrat els percentatges més elevats de qualitat de l'aire, de tal manera que la qualitat de l'aire va ser excel·lent o bona durant el 96,1% de l'any, va ser regular durant un 2,7% del temps, i deficient o dolenta durant un 1,2% del mateix període. Una de les causes que ha afavorit la qualitat de l'aire d'aquest any 2020 ha estat el confinament causat per la crisi sanitària de la COVID-19.





www.mediambient.ad

www.aire.ad

