

# La contaminació per òxids de nitrogen (NO<sub>x</sub>) a Mollet del Vallès<sup>1</sup>

Yasmina Ben Hammou Abboud \*

Sandra Pastor López \*\*

Els òxids de nitrogen (NO<sub>x</sub>) constitueixen una família de compostos, que en condicions ambientals, tendeixen a transformar-se, de manera fàcil i ràpida, entre ells. Els més abundants a l'atmosfera són el diòxid de nitrogen (NO<sub>2</sub>) i el monòxid de nitrogen (NO).

En el treball s'analitzen els nivells de NO<sub>2</sub> i NO a Mollet del Vallès i es relacionen entre ells, amb el vent i amb l'ozó troposfèric.

A l'atmosfera, els NO<sub>x</sub> s'originen per causes naturals (erupcions volcàniques, incendis forestals, metabolisme d'organismes, etc.) o bé antròpiques (processos de combustió). El 88,7% dels NO<sub>x</sub> provenen de fonts naturals i l'11,3% restant és generat per l'acció humana. Tot i que el percentatge de NO<sub>x</sub> d'origen antròpic és molt inferior, aquests tenen una incidència molt més gran, pel fet que es concentren en les gran conurbacions urbanes.

En les àrees urbanes, la principal font d'emissió de NO<sub>x</sub> són els motors de combustió dels vehicles, i en menor mesura les calefaccions i altres instal·lacions de combustió. En tots aquests casos, el procés de combustió consisteix en la reacció química d'oxidació que es produeix entre el combustible (format per cadenes

d'hidrocarburs) i l'aire (principalment oxigen i nitrogen). Una guspira inicia la combustió, la temperatura s'eleva i el combustible crema en presència de l'oxigen. Finalment, els productes generats són vapor d'aigua i diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>). En teoria, el nitrogen present a l'aire no hauria de reaccionar amb l'oxigen, ja que aquest s'hauria d'haver gastat completament en el procés d'oxidació del combustible però, com que la combustió és incompleta, el nitrogen es troba en condicions favorables (altes temperatures i presència d'oxigen) de reaccionar i generar NO; que a posteriori, per reaccions fotoquímiques, generarà NO<sub>2</sub>.

<b>Primera reacció</b>	$N_2 + O_2 \leftrightarrow 2 NO$ reacció directa endotèrmica ( $\Delta H > 0$ )
<b>Segona reacció</b>	$2 NO + O_2 \leftrightarrow 2 NO_2$ reacció directa exotèrmica ( $\Delta H < 0$ )

Figura 1. **Formació de NO<sub>x</sub>**

Un cop a l'atmosfera, en situacions anticiclòniques i de forta insolació, es poden formar oxidants a partir del NO<sub>2</sub>, mitjançant l'anomenat cicle fotolític del diòxid de nitrogen. El NO<sub>2</sub> absorbeix energia, en forma de radiació ultraviolada, procedent del Sol i es trenca. Es

\* Yasmina Ben Hammou Abboud. Estudiant. cattsdraw@hotmail.com

\*\* Sandra Pastor López. Estudiant. sapalo-11@hotmail.com

<sup>1</sup> Resum del treball guanyador del XV Premi Juvenil Vicenç Plantada (2014). El treball es va fer durant el curs 2013-2014, quan les estudiants cursaven batxillerat a l'Institut Vicenç Plantada (Mollet del Vallès), sota la tutoria d'Isabel Serrasolses.

forma NO i oxigen atòmic (O), que reacciona amb l'oxigen atmosfèric (O<sub>2</sub>) per formar ozó (O<sub>3</sub>). L'ozó troposfèric és un contaminant secundari molt oxidant.

Aquest cicle es pot alterar a causa de la presència de compostos orgànics volàtils (COV) que provenen del combustible que no s'ha cremat del tot i han quedat parcialment oxidats. En primer lloc, l'oxigen atòmic (O), generat en la primera etapa del cicle fotolític, reacciona amb els hidrocarburs i origina radicals lliures hidroxil (OH<sup>-</sup>). L'ozó també reacciona amb els COV i dóna lloc a OH<sup>-</sup>. Aquests hidroxils són capaços d'oxidar el NO per formar NO<sub>2</sub>. Per tant, la intervenció de les COV en el cicle fa que la quantitat de NO<sub>2</sub> augmenti més del que ho hauria de fer. El NO disminuirà i l'ozó augmentarà. A més a més, l'oxigen molecular reaccionarà amb els radicals hidroxil i dóna lloc a més quantitats d'ozó. Els radicals lliures hidroxil també reaccionen amb altres radicals, amb diversos contaminants primaris i amb els mateixos constituents de l'aire, i dóna lloc a diversos contaminants fotoquímics. La mescla resultant de totes aquestes substàncies és l'anomenada boira fotoquímica.

**1. Efectes, normativa i valors de referència**

Els NO i els oxidants que es formen a partir d'aquests tenen diversos graus d'incidència en la salut de les persones i el medi. Les exposicions a curt

termini poden provocar irritació en el sistema respiratori i ocular. A llarg termini, poden implicar, sobretot, l'aparició de malalties respiratòries cròniques. En el medi, provoquen corrosió de materials i efectes en el creixement dels vegetals. Els òxids de nitrogen són també un dels constituents de la pluja àcida i intervien en la formació de la boira fotoquímica i en la destrucció de la capa d'ozó.

L'òxid de nitrogen amb més incidència sobre la salut és el diòxid de nitrogen (NO<sub>2</sub>) i per això és l'únic que té fixats uns valors límits per a exposicions de curta i llarga durada. Tanmateix, cal tenir present l'estreta relació entre el monòxid de nitrogen (NO) en el procés de formació del NO<sub>2</sub>.

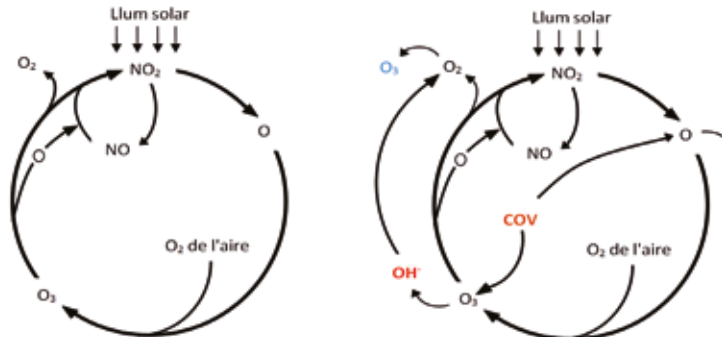
La normativa vigent, el Reial Decret 102/2011 relatiu a la millora de la qualitat de l'aire, i la directiva europea 50/2008/CE estableixen els valors límit de protecció de la salut per al NO<sub>2</sub>.

	Període de promig	Valor límit
<b>Valor límit horari</b>	1 hora	200 µg/m <sup>3</sup> de NO <sub>2</sub> , que no podrà superar-se més de 18 hores a l'any
<b>Valor límit anual</b>	1 any	40 µg/m <sup>3</sup> de NO <sub>2</sub>

Figura 3. Valors límit de protecció de la salut per al NO<sub>2</sub>

58

Figura 2. Cicle fotolític del NO<sub>2</sub> a l'atmosfera (esquerra) i cicle alterat (dreta)



A més a més dels valors límit horari i anual, també s'estableix un llindar d'alerta de  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en cas de superar-se, durant 3 hores consecutives, en punts representatius de la qualitat de l'aire de la ciutat.

## 2. Hipòtesis de treball

- És possible que Mollet del Vallès superi els límits establerts de  $\text{NO}_2$  a l'atmosfera?
- Pot ser que aquests nivells fluctuïn al llarg del dia, en funció del volum de trànsit?
- Quin paper té la meteorologia en la concentració d'aquests contaminants?

## 3. Objectius

- Analitzar les concentracions de  $\text{NO}_2$  a l'aire de Mollet del Vallès i comparar-les amb els valors límits de referència.
- Examinar la variabilitat temporal d'aquestes concentracions per veure si hi ha algun patró que ens pugui donar pistes dels agents emissors i dels agents dispersadors.
- Relacionar la concentració dels  $\text{NO}_x$  amb altres components com ara l'ozó.

## 4. Àmbit d'estudi i estacions de control

Mollet del Vallès és una població d'uns 52.000 habitants situada al Vallès Oriental. Té un clima mediterrani amb certa influència marítima. Es formen boires, per inversió tèrmica, sobretot a l'hivern. Aquest és un fenomen que es produeix en situacions anticiclòniques, quan l'aire fred queda atrapat en els fons de les valls sense poder sortir. Aquestes situacions provoquen l'estancament de les substàncies contaminants.

Mollet del Vallès disposa d'una estació de la Xarxa de Vigilància i Prevenció de la Contaminació Atmosfèrica de Catalunya (XVPCA), situada a la pista municipal d'atletisme La Pedra Salvadora, al costat mateix de l'autopista AP-7. Es tracta d'una estació suburbana de trànsit, ja que té com a principal objectiu mesurar les emissions del trànsit en una àrea de mitjana densitat d'ocupació urbana. L'estació disposa, entre d'altres, d'un aparell (model 42i  $\text{NO}-\text{NO}_2-\text{NO}_x$  Analyzer) per enregistrar automàticament les concentracions de  $\text{NO}_x$ .

Les dades que s'han utilitzat en aquest estudi són del període 2007-2013 i han estat facilitades per l'Ajuntament de Mollet del Vallès. Les dades meteorològiques (vent) corresponen a Parets del Vallès.

59

## 5. Resultats

Les mitjanes anuals de  $\text{NO}_2$  superen el límit establert.

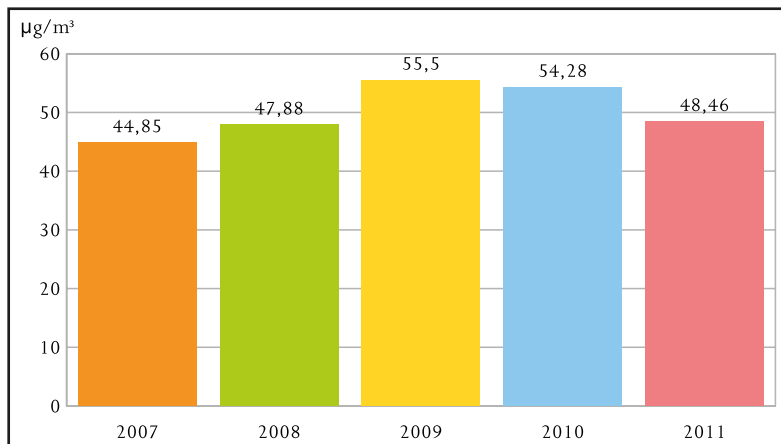
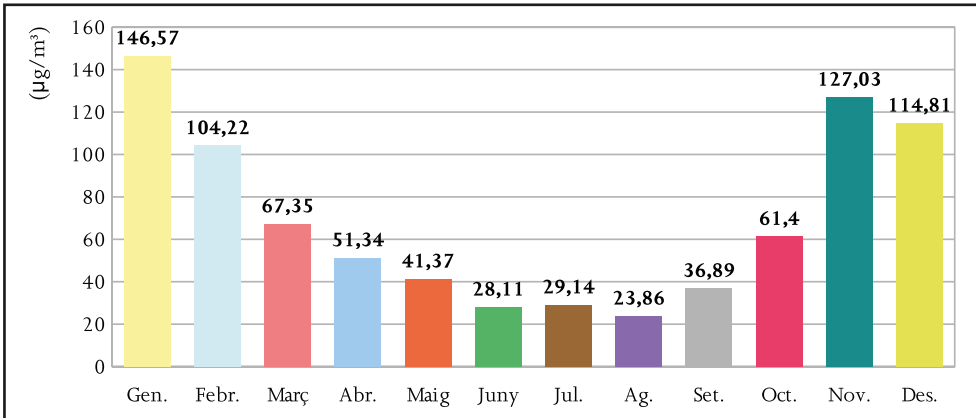
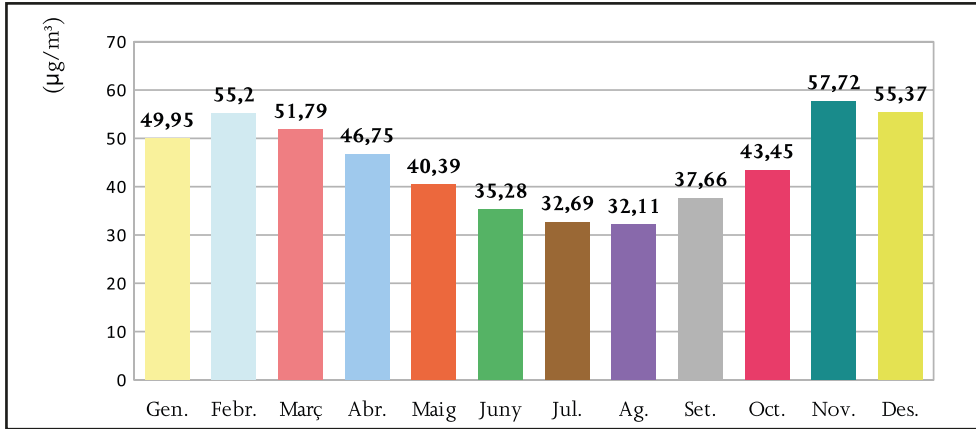


Figura 4.  
Mitjanes anuals de  $\text{NO}_2$  (període 2007-2011)

S'observa un patró anual en el qual les concentracions de NO<sub>2</sub> i NO disminueixen durant l'estiu.



60

Figura 5. Mitjanes mensuals de NO<sub>2</sub> (2007). Figura 6. Mitjanes mensuals de NO (2007)

S'observa una variació diària de les concentracions de NO<sub>2</sub>, amb un pic a primera hora del matí i, l'altra, a la tarda-vespre.

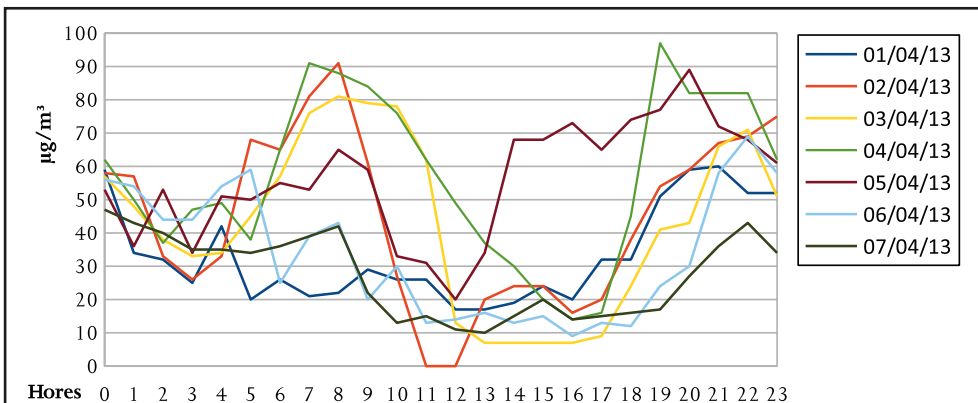


Figura 7. Oscil·lació diària dels nivells de NO<sub>2</sub> (setmana de l'1 al 7 d'abril de 2013)

S'observa una clara variació dels nivells de NO<sub>2</sub> entre dies laborables i festius.

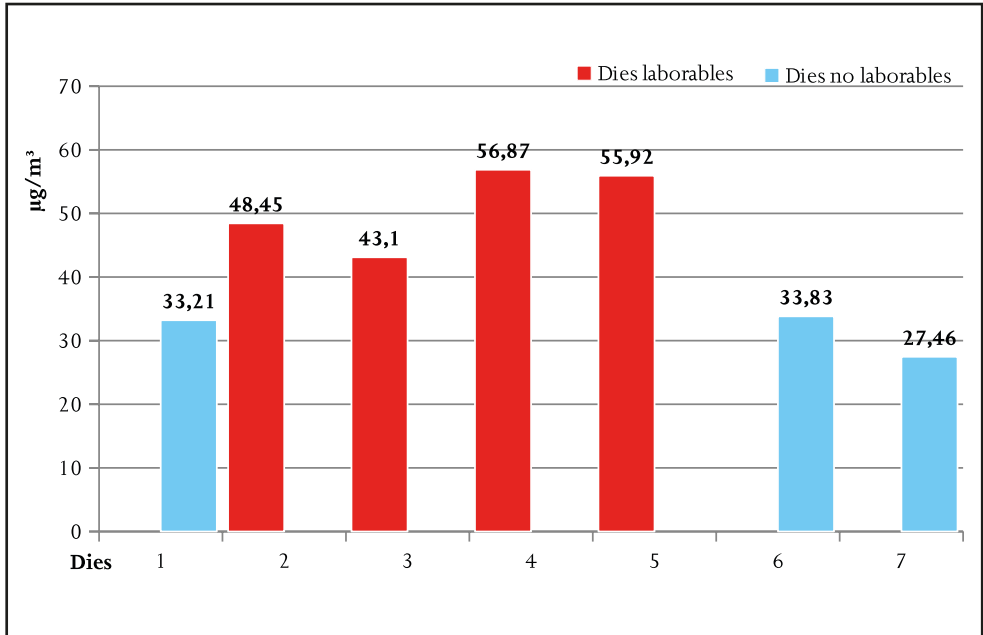


Figura 8. Mitjana diària dels nivells de NO<sub>2</sub> (setmana de l'1 al 7 d'abril de 2013, l'1 d'abril va ser dilluns de Pasqua)

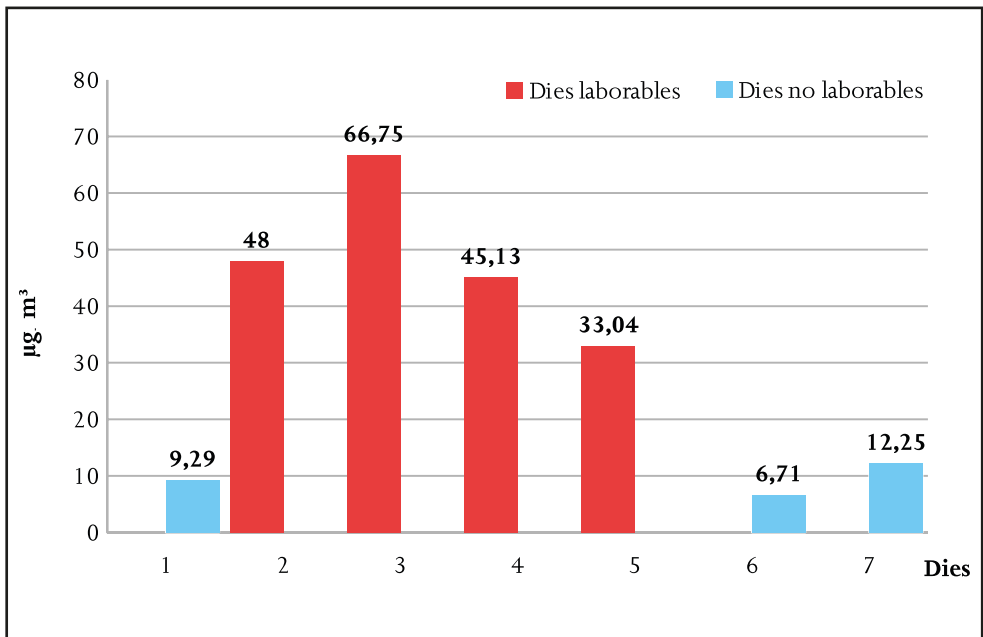
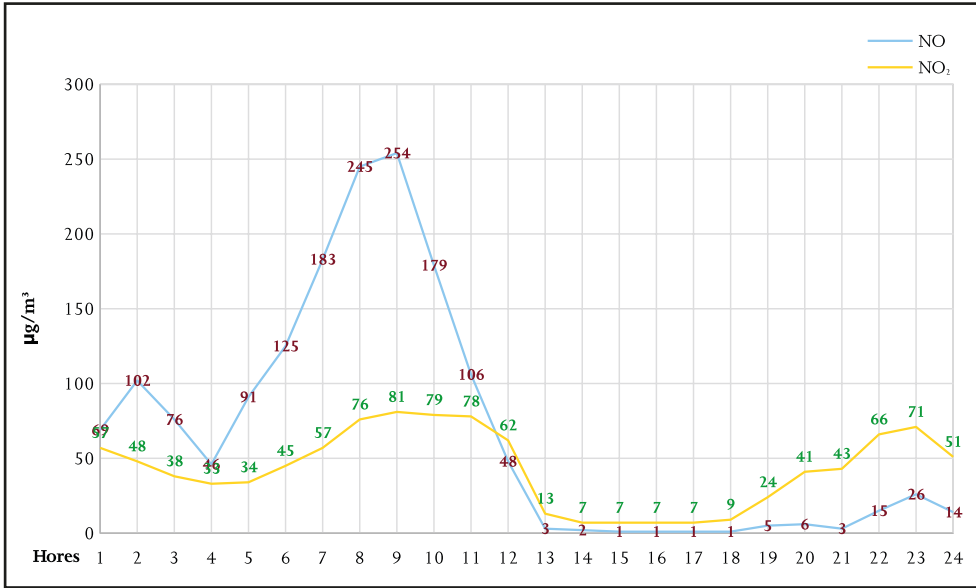


Figura 9. Mitjana diària dels nivells de NO (setmana de l'1 al 7 d'abril de 2013, l'1 d'abril va ser dilluns de Pasqua)

En dies laborables, es pot establir una correlació horària entre els nivells de  $\text{NO}_2$  i  $\text{NO}$ , on s'observa un pic al matí i, un altre, a la tarda-vespre. En el pic matinal les concentracions de  $\text{NO}$  són molt superiors a les de  $\text{NO}_2$ .



62 Figura 10. Correlació horària entre els nivells de  $\text{NO}_2$  i  $\text{NO}$  (3 d'abril de 2013)

Es constata l'efecte de dispersió de contaminants quan augmenta la velocitat del vent.

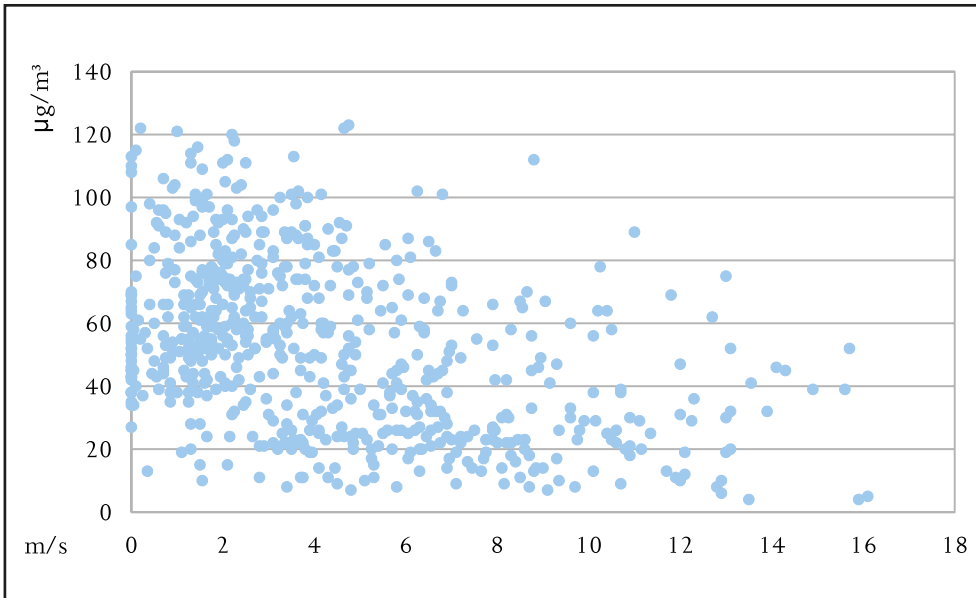


Figura 11. Relació entre la velocitat del vent i les concentracions de  $\text{NO}_2$  (febrer de 2013)

Es pot establir una correlació entre les concentracions de  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$  i  $\text{O}_3$ , on es posa de manifest que quan disminueixen els nivells de  $\text{NO}$  augmenten els de  $\text{O}_3$ .

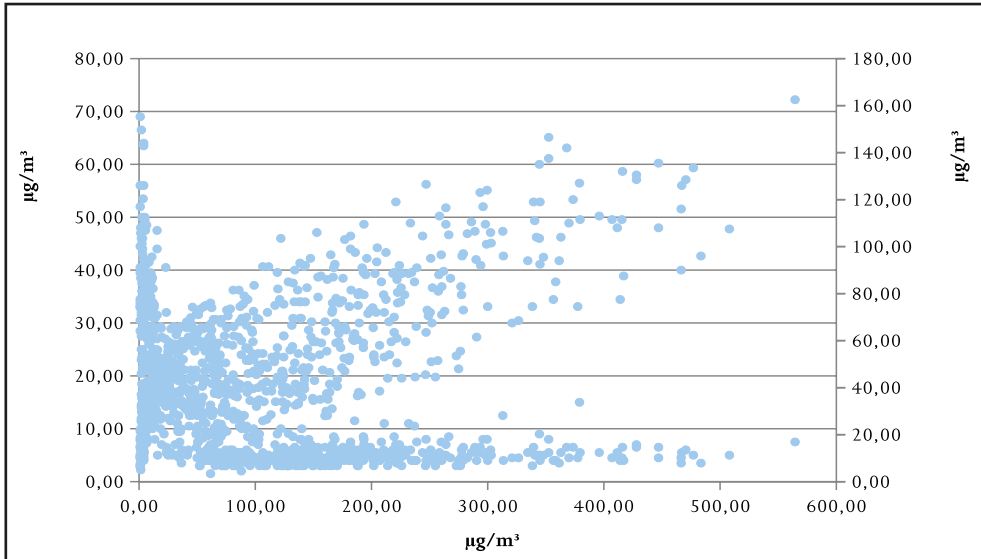


Figura 12. Relació entre les concentracions de  $\text{NO}_2$  (esquerra),  $\text{NO}$  (baix) i  $\text{O}_3$  (dreta). 1 de desembre de 2007

## 6. Conclusions

1. La superació reiterada dels valors límit anual de  $\text{NO}_2$  posa de manifest l'impacte que suposen les grans vies de comunicació viària. Cal recordar que l'estació de Mollet està situada al costat de l'autopista AP-7.

2. La variabilitat estacional de les concentracions de  $\text{NO}_2$  i  $\text{NO}$  són atribuïbles a causes meteorològiques i al volum de trànsit. En els mesos més freds, la inversió tèrmica afavoreixen la concentració de contaminants. En canvi, durant els mesos d'estiu els contaminants es dispersen més fàcilment alhora que disminueix el trànsit, a causa de les vacances.

3. L'increment horari de les concentracions de  $\text{NO}_2$  coincideix amb les hores de més trànsit.

4. Els dies laborables augmenten les concentracions de  $\text{NO}_2$  i  $\text{NO}$ , a causa del major volum de trànsit i també, en menor mesura, a conseqüència de l'activitat industrial.

5. El vent té un important efecte de dispersió dels contaminants. Així, les concentracions de  $\text{NO}_2$  i  $\text{NO}$  disminueixen al migdia, quan comença a bufar la marinada.

## Bibliografia

- DIRECCIÓ GENERAL DE QUALITAT AMBIENTAL. Informe relatiu als nivells de  $\text{NO}_2$  enregistrats a l'Àrea de Barcelona i al Vallès - Baix Llobregat entre el 03/12/2013 i el 12/12/2013.
- ALASTUEY A., MORENO T., VIANA M. i QUEROL X. (2012). Bases científico-técnicas para un Plan Nacional de Mejora de la Calidad del Aire. Informe del CESIC. Madrid.
- LUNA, G. (1995). La Contaminació Atmosfèrica. Generalitat de Catalunya, direcció general de Qualitat Ambiental. 122 p. Barcelona.
- Guia ambiental, coneixement i medi ambient. Contaminants de l'aire.  
<http://www.guiaambiental.com.ar/conocimiento-calidad-de-aire-contaminantes-del-aire.html>

Generalitat de Catalunya, departament de Medi Ambient i Sostenibilitat. Dades d'immissió dels punts de mesurament manual (XVPCA).

[http://www20.gencat.cat/portal/site/medi-ambient/menuitem.198a6bb2151129f04e9cac3bb0c0e1a0/?vgnextoid=d9f7587f7d8df210VgnVCM2000009b0c1e0aRCRD&vgnextchannel=d9f7587f7d8df210VgnVCM2000009b0c1e0aRCRD&vgnnextfint=default&newLang=es\\_ES](http://www20.gencat.cat/portal/site/medi-ambient/menuitem.198a6bb2151129f04e9cac3bb0c0e1a0/?vgnextoid=d9f7587f7d8df210VgnVCM2000009b0c1e0aRCRD&vgnextchannel=d9f7587f7d8df210VgnVCM2000009b0c1e0aRCRD&vgnnextfint=default&newLang=es_ES)

Portal Salvem la Terra.

<http://www.xtec.cat/~mferna99/projecte/aire.htm>

Portal Webconsultas. Font: Sergio García Escrivà, llicenciat en Farmàcia.

<http://www.webconsultas.com/bronquitis/bronquitis-442>

Portal Emfisema pulmonar. Font: Montserrat Farrés Cuñando. Especialista en medicina de família i comunitària.

<http://enfisemapulmonar.com/>

Treball sobre Els Sistemes auxiliars dels Motors. Font: Pedro Herrero.

[http://www.mundodescargas.com/apuntestrabajos/automocion\\_mecanica\\_automovil/decargar\\_contaminacion-en-automocion.pdf](http://www.mundodescargas.com/apuntestrabajos/automocion_mecanica_automovil/decargar_contaminacion-en-automocion.pdf)