

La xarxa de vigilància i previsió de la contaminació atmosfèrica de Catalunya

Oriol Puig, *

Montserrat Soler, Joaquim Cot, Eliseu Vilaclara†

L'activitat dels físics en el món d'avui comença a eixamplar-se a mesura que s'incrementen les necessitats d'aplicar tècniques complexes i coneixements específics —abans només coneguts o aplicats en àmbits restringits allunyats del gran públic— a problemes comuns de gran abast. Els residus i el seu reciclatge, el soroll, les aigües residuals i la contaminació atmosfèrica en són exemples, la complexa solució dels quals, en els aspectes de la reglamentació, la vigilància i la reducció de l'impacte ambiental que produeixen, és responsabilitat de l'administració i tasca dels seus especialistes.

El treball que us presentem és un exemple de l'afirmació precedent i respon a l'activitat que desenvolupa l'equip de físics de la Direcció General de Qualitat Ambiental del Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya.

Introducció

Es diu que l'atmosfera està contaminada quan conté substàncies alienes a la seva composició natural, o substàncies pròpies en major proporció que la considerada normal. La contaminació atmosfèrica mesurada en l'ambient en què vivim i ens movem, s'anomena *immissió*. Conèixer el nivell d'immissió, doncs, és conèixer el nivell de qualitat de l'aire que respirem.

Mesurar la contaminació és una obligació dictada per la llei i exigible pels ciutadans, els quals tenen dret a conèixer la qualitat de l'aire en què estan immersos. Això és precisament el que s'està duent a terme en el Servei de Protecció de l'Ambient Atmosfèric de la Direcció General de Qualitat Ambiental, mitjançant la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació Atmosfèrica (XVPCA), i ho exposem seguidament.

La vigilància de la qualitat de l'aire

Avui dia hi ha una legislació específica adreçada a la protecció del medi atmosfèric. Una legislació força recent, però que està sotmesa a un procés evolutiu accelerat,

a causa de la importància i l'aprofundiment que s'està donant al coneixement d'aquest medi. La legislació que sobre la qüestió dicta la Comunitat Europea hi té molt a veure.

Existeixen, doncs, les normes de qualitat de l'aire (o els nivells d'immissió màxims permesos), que s'han de respectar, (vegeu la taula 1) independentment del compliment de les normes sobre les emissions atmosfèriques.

D'altra banda, es necessiten eines per portar a terme la vigilància. Catalunya, en aquest aspecte, és la primera comunitat autònoma, i de moment l'única, que ha promulgat una llei pròpia de protecció de l'ambient (Llei 22/83 de 21 de novembre), que va crear la XVPCA com a xarxa única, i el Decret 322/1987 que la desenvolupa, i que mitjançant l'Ordre de 20 de juny de 1986 n'estableix l'estructura i el funcionament.

Aparells de mesura

Les mesures d'immissió es realitzen en temps real mitjançant analitzadors automàtics situats en estacions fixes de mesura, o amb aparells manuals. Mentre aquests necessiten una col·locació, un temps d'exposició, una recollida manual i una anàlisi posterior que n'extregui els resultats, com exigeix, per exemple, un filtre de partícules, els primers transmeten un senyal susceptible de ser interpretat i emmagatzemat en suport magnètic.

Els contaminants que es mesuren manualment són: partícules en suspensió, diòxid de sofre i fums negres, plom i clor. Els mesurats de forma automàtica són: diòxid de sofre, òxids de nitrogen, ozó, monòxid de carboni, àcid sulfhídric, partícules en suspensió i hidrocarburs totals.

La taula 2 permet veure els contaminants i l'evolució en el temps del nombre de sensors dedicats a cada un d'ells. A partir del 1991 s'han anat implantant les estacions manuals per mesurar partícules en suspensió de diàmetre inferior a 10 micres (PM-10), que són les que tenen més efectes negatius sobre la salut humana, tot i que aquest tipus de detecció no es preveu encara en la legislació europea (sí en l'americana).

*Cap del Servei de Protecció de l'Ambient Atmosfèric. Direcció General de Qualitat Ambiental. Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya.

†Tècnics de la Secció de Control d'Immissions. Direcció General de Qualitat Ambiental. Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya.

Taula 1: Normes de qualitat de l'aire (o els nivells d'immissió màxims permesos).

Contaminant	Legislació	Valor límit	Valor guia	Emergències																																																
Partícules suspensió	R.D.1613/1985 Mètode del Fum Normalitzat (adopta 80/779/CEE)	* 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. P50 dels valors mitjans diaris d'un any (de 01/04 al 31/03) * 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. P50 dels valors mitjans diaris (de 1/10 al 31/03) * 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. P98 dels valors mitjans diaris d'un any. (de 01/04 al 31/03). No es pot sobrepassar més de tres dies consecutius * 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ m. aritmètica dels valors mitjans diaris d'un any (de 01/04 al 31/03) * 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. P95 dels valors mitjans diaris d'un any (de 01/04 al 31/03)	* 40-60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ m. aritmètica dels valors mitjans diaris d'un any (de 01/04 al 31/03) * 100-150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 h																																																	
SO ₂	1613/85 (adopta 80/779/CEE)	En absència de partícules s'adopten els valors més restrictius de la taula anterior. * 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. P50 dels valors mitjans diaris d'un any (de 01/04 al 31/03) * 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. P50 dels valors mitjans diaris de 01/10 al 31/03 * 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. P98 dels valors mitjans diaris d'un any de 01/04 al 31/03) No es pot sobrepassar més de tres dies consecutius	* 40-60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. m. aritmètica dels valors mitjans diaris d'un any (de 01/04 al 31/03) * 100-150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 hores																																																	
SO ₂ i partícules	R.D. 1613/1985 Mètode del fum. Normalitzat (adopta 80/779/CEE)	<table border="0"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"><u>SO₂</u></td> <td style="text-align: center;"><u>Partícules</u></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">$\mu\text{g}/\text{m}^3$</td> <td style="text-align: center;">$\mu\text{g}/\text{m}^3$</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">80</td> <td style="text-align: center;">>40</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">120</td> <td style="text-align: center;"><40</td> </tr> </table> <p>P50 dels valors mitjans diaris d'un any (de 01/04 al 31/03)</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">130</td> <td style="text-align: center;">>60</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">180</td> <td style="text-align: center;"><60</td> </tr> </table> <p>P50 dels valors mitjans diaris d'1 oct-31 març</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">250</td> <td style="text-align: center;">>150</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">350</td> <td style="text-align: center;"><150</td> </tr> </table> <p>P98 dels valors mitjans diaris d'un any. (de 01/04 al 31/03)</p> <p>No es pot sobrepassar més de 3 dies consecutius</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"><u>SO₂</u></td> <td style="text-align: center;"><u>Partícules</u></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">$\mu\text{g}/\text{m}^3$</td> <td style="text-align: center;">$\mu\text{g}/\text{m}^3$</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">80</td> <td style="text-align: center;">>150</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">120</td> <td style="text-align: center;"><150</td> </tr> </table> <p>P50 dels valors mitjans diaris d'un any (de 01/04 al 31/03)</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">130</td> <td style="text-align: center;">>200</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">180</td> <td style="text-align: center;"><200</td> </tr> </table> <p>P50 dels valors mitjans diaris d'1 oct-31 març</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">250</td> <td style="text-align: center;">>350</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">350</td> <td style="text-align: center;"><350</td> </tr> </table> <p>P98 dels valors mitjans diaris d'un any. (de 01/04 al 31/03)</p> <p>No es pot sobrepassar més de 3 dies consecutius</p>		<u>SO₂</u>	<u>Partícules</u>		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		80	>40		120	<40		130	>60		180	<60		250	>150		350	<150		<u>SO₂</u>	<u>Partícules</u>		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		80	>150		120	<150		130	>200		180	<200		250	>350		350	<350		[PST] x [SO ₂] * 1r. grau: 160.10 ³ en 24 h. 25.10 ³ en 3 d. 115.10 ³ en 5 d. 110.10 ³ en 7 d. * 2n. grau: 300.10 ³ en 24 h. 250.10 ³ en 3 d. 230.10 ³ en 5 d. * 3r. grau: 500.10 ³ en 24 h. 420.10 ³ en 3 d.
	<u>SO₂</u>	<u>Partícules</u>																																																		
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$																																																		
	80	>40																																																		
	120	<40																																																		
	130	>60																																																		
	180	<60																																																		
	250	>150																																																		
	350	<150																																																		
	<u>SO₂</u>	<u>Partícules</u>																																																		
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$																																																		
	80	>150																																																		
	120	<150																																																		
	130	>200																																																		
	180	<200																																																		
	250	>350																																																		
	350	<350																																																		

Contaminant	Legislació	Valor límit	Valor guia	Emergències
P. Sed.	R.D. 833/75	300 mg/m ² /dia		
SH2	R.D. 833/75	100 µg/m ³ en 1/2 h. 40 µg/m ³ en 24 h.		
HC (expressats en C ₆ H ₁₄)	R.D. 833/75	280 mg/m ³ en 1/2 h. (88 ppm) 140 mg en 24 h. (44 ppm)		
HCl	R.D. 833/75	300 µg/m ³ en 1/2 h. 50 µg/m ³ en 24 h.		
HF	R.D. 833/75	30 µg/m ³ en 1/2 h. 10 µg/m ³ en 24 h.		
S ₂ C	R.D. 833/75	30 µg/m ³ en 1/2 h. 10 µg/m ³ en 24 h.		
Compost. de fluor	R.D. 833/75	60 µg/m ³ en 1/2 h. 20 µg/m ³ en 24 h.		
Cl ₂	R.D. 833/75	300 µg/m ³ en 1/2 h. 50 µg/m ³ en 24 h.		
O ₃	92/72/CEE	180 µg/m ³ en 1 h. 110 µg/m ³ en 8 h.	* De protecció de la vegetació: 200 µg/m ³ en 1 h. 65 µg/m ³ en 24 h.	* 360 mg/m ³ en 1 h.
Pb	R.D. 717/87 (adopta 82/884/CEE)	2 µg/m ³ m. dels valors mitjans diaris d'un any		* 1er Grau: 34 mg/Nm ³ en 24 h.
CO	R.D. 833/75	45 mg/m ³ en 1/2 h. 15 mg/m ³ en 8 h.		* 2on Grau: 46 mg/m ³ en 24 h. * Total: 60 mg/Nm ³ en 24 h.
NO ₂	R.D. 717/87 (adopta 85/203/CEE)	200 µg/m ³ . P98 dels valors horaris o semi-horaris d'un any	* 50 µg/m ³ . P50 dels valors mitjans horaris o semi-horaris d'un any * 135 µg/m ³ . P98 dels valors mitjans horaris o semi-horaris d'un any	* 1er Grau: 957 µg/Nm ³ en 1 h. 565 µg/Nm ³ en 24 h. 409 µg/Nm ³ en 7 d. * 2on Grau: 1270 µg/Nm ³ en 1 h. 750 µg/Nm ³ en 24 h. 543 µg/Nm ³ en 7 d. * 3r Grau: 1700 µg/Nm ³ en 1 h. 1000 µg/Nm ³ en 24 h. 724 µg/Nm ³ en 7 d.

Analitzadors automàtics

Les tècniques automàtiques d'anàlisi de què es disposa i la seva aplicació són les següents:

- espectroscòpia de fluorescència ultraviolada per a SO_2 , H_2S , O_3
- espectroscòpia d'ionització de flama per a HCT (hidrocarburs totals)
- espectroscòpia d'absorció infraroja per a CO
- absorció de radiació beta per a PST (partícules en suspensió)
- anàlisi per quimioluminiscència per a NO_x

Tot això està disponible conjuntament amb el coneixement meteorològic local en temps real obtingut de les estacions meteorològiques amb els equipaments de detecció següents:

- sensor de velocitat del vent
- sensor de direcció del vent
- sensor d'humitat relativa

- sensor de temperatura ambient
- sensor de radiació solar
- sensor de pressió atmosfèrica
- sensor de precipitació (tipus balancí).

Sensors manuals

Els sensors manuals són en realitat uns captadors en els quals l'aire es fa passar per un filtre que reté les partícules en suspensió. N'hi ha que, a més, fan que l'aire filtrat barbotegi en una solució química. L'anàlisi de les partícules retingudes i de la solució determina la concentració del contaminant. Cada contaminant disposa del seu filtre específic i de la solució de rentatge adequada.

Els tipus de captadors manuals normalment en ús són:

- Els de petit volum (aspiren uns 2 m³/dia) : s'apliquen al diòxid de sofre, al clor i al sulfur d'hidrogen.

	Sensors manuals					Sensors automàtics					Sensors totals				
	89	90	91	92	93	89	90	91	92	93	89	90	91	92	93
ANY/CONTAMIN.	89	90	91	92	93	89	90	91	92	93	89	90	91	92	93
PST GRAVIM.	18	22	32	51	54						118	22	32	51	54
PST RAD. BETA						8	10	24	32	35	8	10	24	32	35
PM10			6	16	19								6	16	19
FUMS NEGRES	200	208	186	192	188						200	208	186	192	188
PART. SEDIMENT.	86	91	96	86	86						86	91	96	86	86
PLOM	10	13	17	29	33						10	13	17	29	33
SO ₂ MANUAL	200	208	186	192	188						200	208	186	192	188
SO ₂ AUTOMÀTIC						12	16	34	42	45	12	16	34	42	45
H ₂ S								11	16	19			11	16	19
NO _x						7	10	25	34	37	7	10	25	34	37
CLOR	2	2	2	2	2						2	2	2	2	2
HC1								1	1	1			1	1	1
HCT						2	2	13	17	20	2	2	13	17	20
·OZÓ						5	6	15	27	32	5	6	15	27	32
CO						7	6	14	19	22	7	6	14	19	22
PLUJA ÀCIDA									5	7				5	7
TOTAL GENERAL	516	544	525	568	570	41	50	137	193	218	557	594	662	761	788

Taula 2: Nombre de sensors automàtics i manuals de la XVPCA de Catalunya i la seva evolució en els darrers 5 anys (cens actualitzat el 26 de maig de 1993).

- Els de volum mitjà (aspiren uns 35 m³/dia) : s'apliquen bàsicament en l'anàlisi de metalls pesants, especialment el plom.
- Els d'alt volum (aspiren de 40 a 50 m³/hora): s'apliquen a la mesura de partícules totals (PST), PM-10 i metalls pesants.

Criteris de localització de les estacions de la xarxa

La determinació del nombre d'estacions necessàries per avaluar la qualitat de l'aire d'una zona i l'elecció de les seves localitzacions és clau per a una bona interpretació de l'evolució dels contaminants. Els factors que s'han de tenir en compte en el disseny d'una xarxa són els següents:

a) Tipus i distribució de les fonts emissores:

- ubicació geogràfica dels focus
- valor quantitatiu de les emissions
- característiques dels focus
- característiques de les emissions.

b) Característiques meteorològiques:

- roses de vents
- temperatures

- freqüència de les inversions tèrmiques.

c) Distribució dels receptors:

- dades demogràfiques i sanitàries.

d) Característiques geogràfiques i orogràfiques:

- planificació urbanística
- vies de comunicació
- informació topogràfica.

e) Història i demanda social:

- Conèixer les mesures de qualitat de l'aire realitzades anteriorment.
- Determinar les concentracions màximes esperades.
- Conèixer les molèsties provocades.

És difícil trobar localitzacions perfectes per a les estacions; el més important, però, és conèixer bé la representativitat espacial i temporal de les dades obtingudes per una estació o per una xarxa d'estacions i, consegüentment, la seva fiabilitat.

Organització de la xarxa

L'organització de la xarxa és piramidal. Comença pels sensors i acaba en el centre coordinador de dades, i s'estructura de baix a dalt amb les jerarquies següents:

A) Unitats sensores

Són els aparells mitjançant els quals es fan les mesures d'un contaminant atmosfèric.

B) Centres d'anàlisi

Estan constituïts per sensors fixos o mòbils per a la vigilància i la previsió de la contaminació atmosfèrica i per un laboratori d'anàlisi. Les seves funcions són:

- Fer el seguiment de l'evolució de la contaminació atmosfèrica.
- Informar el centre de recepció de dades de l'estat de la contaminació.
- Informar les entitats locals on es trobin els aparells captadors i sensors de les dades de contaminació atmosfèrica obtingudes.

Els centres d'anàlisi que actualment (juny de 1993) hi ha a Catalunya, i els sensors que en depenen i que s'engloben en l'estructura de la XVPCA són els següents:

Estacions	E.A.	S.M.
Ajuntament de Badalona	-	7
Ajuntament de Barcelona	-	8
Ajunt. de l'Hospitalet de Llobregat	-	19
Ajuntament de Manresa	-	5
Ajuntament de Reus	-	4
Ajuntament de Sabadell	-	9
Ajuntament de Sant Adrià de Besòs	-	8
Ajunt. de Sta. Coloma Gramanet	-	2
Ajuntament de Tarragona	-	16
Central Tèrmica de Cercs	4	4
Central Tèrmica de Cubelles	1	12
Departament de Medi Ambient	30	83
Diputació de Barcelona	6	76
Entitat Metropolitana de Serveis Hidràulics i Tractament de Residus	15	35

on *E.A.* indica estacions automàtiques i *S.M.* indica sensors manuals.

C) Centre receptor de dades

Les seves funcions són:

- Coordinar i supervisar els centres d'anàlisi.
- Inspeccionar periòdicament els laboratoris dels centres d'anàlisi.
- Informar el centre coordinador de la situació de la contaminació de l'aire.
- Fer estudis evolutius anuals de la contaminació dins del seu àmbit territorial.

D) Centre coordinador de dades

Les seves funcions són:

- Requerir dels centres de recepció de dades la tramesa de la informació obtinguda pels centres d'anàlisi.

- Fer estudis evolutius anuals de la contaminació, sistematitzar la informació de manera que se'n faciliti la interpretació posterior.

- Proposar els criteris i les normes relatives a les instal·lacions, el procediment i els mètodes de mesura oficials i també els criteris de tractament informàtic de la informació obtinguda.

- Vetllar pel compliment de les normes i els criteris que regulen el funcionament de la xarxa.

- Coordinar i supervisar els centres de recepció de dades.

Actualment fa de centre receptor i centre coordinador de dades el mateix Departament de Medi Ambient de la Generalitat.

Equipament de la xarxa de vigilància i previsió de la contaminació atmosfèrica

La XVPCA consta actualment de 56 estacions automàtiques i 288 de manuals, que es reparteixen en un total de 100 municipis corresponents a les principals àrees industrials, potencialment contaminants, del Camp de Tarragona, del Baix Llobregat i dels nuclis de població important (> 20.000 habitants). L'increment registrat des del 1989 fins ara, amb un fort increment dels anys 1991 i 1992, coincidint amb la creació del Departament de Medi Ambient (abril de 1991), és considerable.

Completant aquesta xarxa, i per estudiar els contaminants secundaris, és a dir, els generats a partir d'altres contaminants, es va dissenyar la xarxa de vigilància de la pluja àcida i del transport d'ozó, inserida dins la XVPCA, tot i que és bàsicament rural. Consta d'onze estacions automàtiques destinades a mesurar l'impacte de la pluja àcida i de l'ozó troposfèric lluny de les fonts emissores, i a estudiar-ne el transport a mitjana i llarga distància, ja que, en tractar-se de contaminants secundaris, els seus efectes es deixen notar en zones allunyades de les àrees industrials.

Estacions automàtiques

Aquestes estacions estan dotades d'aire condicionat, de presa de mostres, d'instal·lació elèctrica, de les tècniques d'anàlisi automàtica abans esmentades, d'estació meteorològica i de sensors manuals de partícules en suspensió i de plom. El sistema d'adquisició de dades que porten incorporat permet emmagatzemar les dades que es mesuren cada minut i, mitjançant un sistema de transmissió via telèfon (mòdem) o radiofreqüència, enviar-les al centre receptor del Departament de Medi Ambient on, posteriorment, s'elaboren informàticament.

Estacions automàtiques de pluja àcida i d'ozó

Les estacions automàtiques d'aquesta xarxa rural estan equipades de manera diferent. D'acord amb la seva

funció, consten de:

- Estació meteorològica completa (anàloga a la de les altres estacions automàtiques de la XVPCA).
- Sensor d'ozó per a l'absorció de radiació ultravioletada.
- Sensor de pH i de conductivitat de la pluja (activables a cada mostra de 0,1 mm de precipitació) i col·lector d'aigua per analitzar-la després al laboratori químic.

Unitat mòbil

La xarxa disposa d'una unitat mòbil, equipada exactament igual que una unitat automàtica, que utilitzem per completar, quan convé, l'estudi d'una àrea determinada o per afrontar mesures d'urgència.

Gestió de les dades

Al Departament de Medi Ambient, com a centre coordinador, es reben diàriament les dades de les estacions automàtiques. Aquestes dades es poden observar en temps real i, per tant, es pot seguir de prop qualsevol situació d'augment de la contaminació. Setmanalment es reben les mesures corresponents a les estacions automàtiques centralitzades pels centres d'anàlisi de la Diputació de Barcelona, de l'Entitat Metropolitana de Serveis Hidràulics i Tractament de Residus, de la Central Tèrmica de Cercs, i, mensualment, les dades de les estacions manuals. A diari es realitza la validació de les dades, és a dir, la correcció de les mesures dubtoses. Els analitzadors es calibren de nou per telecontrol des del centre coordinador.

Amb les dades correctes s'elaboren informes de periodicitat setmanal (mensual en el cas de la xarxa d'ozó i de pluja àcida) per als ajuntaments implicats i un informe per a la premsa, amb un resum dels nivells dels principals contaminants. Anualment es publica un informe exhaustiu sobre el comportament de tots els contaminants, la seva valoració respecte dels nivells límit vigents segons l'actual legislació, i la seva tendència respecte de l'any anterior.

Una part important de la gestió de les dades, que s'anirà incrementant en els pròxims anys (cal tenir en compte que es disposa de dades des de fa poc temps per treure'n gaires conclusions), és constituïda pels estudis que relacionen els nivells de contaminació amb els paràmetres meteorològics que simultàniament donen les estacions meteorològiques que equipen les estacions automàtiques, i la situació meteorològica sinòptica. Això s'ha començat a fer en el cas de la concentració d'ozó, amb resultats satisfactoris.

Per tirar endavant aquests tipus d'estudis i de correlacions, el Departament de Medi Ambient disposa d'una sèrie d'aparells de suport com són:

A) Un receptor radiofacsimil de mapes meteorològics elaborats per diferents centres de predicció d'arreu del món. Disposar de mapes d'anàlisi i previsió de les condicions atmosfèriques a diferents alçades permet caracteritzar, i, per tant, prevenir, situacions típiques d'augment dels contaminants en general, i episodis d'ozó i de pluja àcida en particular, ja que aquests es donen en situacions meteorològiques concretes.

B) Un equip SODAR-Doppler, *Sound Detection and Ranging*, instal·lat a Constantí (al Tarragonès). És un sistema de mesura remota per a detectar la velocitat del vent i l'estructura tèrmica a la capa fronterera de l'atmosfera. L'aparell opera d'acord amb el mateix principi que el radar, però utilitza ones acústiques en lloc de microones. Quan es transmet energia sònica per l'aire, hi ha una retrodifusió a causa de les fluctuacions tèrmiques en el volum d'aire per on es propaga el so. El senyal retrodifós conté informació sobre l'estructura tèrmica i el camp de vents horitzontal i vertical, dins d'un marge d'alçades d'entre 25 i 1.000 metres.

El sistema és completament automàtic i funciona de forma contínua, emmagatzemant les dades obtingudes en suport informàtic. Aquestes dades poden ser de dos tipus: en temps real, o bé en valors mitjans per períodes d'integració seleccionables.

C) Un globus captiu radiosonda: Aquest equip consta d'un globus de material plàstic de 2,25 m³, un cable de 1.000 metres, un receptor de ràdio, una sonda per mesurar paràmetres meteorològics amb emissora incorporada, una sonda per mesurar concentracions d'ozó i un ordinador portàtil amb impressora per al tractament de les dades de camp. L'equip és fàcilment transportable. Això ens permet esbrinar l'estratificació atmosfèrica de la capa fronterera a qualsevol indret, per deduir les condicions de ventilació de l'atmosfera i per comparar dades reals amb les donades pel SODAR. Permet, també, obtenir perfils verticals de la concentració d'ozó amb vista al comportament del seu transport i al pronòstic del seu valor en superfície.

Per acabar

La descripció que acabem de fer és un dels exemples de la complexitat i la interdisciplinarietat que presenten molts dels problemes plantejats al món d'avui. La formació d'un titulat en física s'adapta perfectament als coneixements que, com en el cas que us hem presentat, es necessiten en diversos camps de la indústria o de l'administració. Per això la descripció anterior, a més de ser informativa, vol deixar clar que el físic no sempre ha de dedicar-se a la recerca com a única possibilitat. L'esperit de recerca, però, tan viscut en el període universitari, no l'abandonarà mai. I és aquest esperit el que el físic aporta com a valor afegit als seus coneixements quan s'incorpora a les tasques que la societat li va demanant.