



Aria

Arpa Emilia Romagna  
La qualità dell'aria in Provincia di Modena

arpa ER

# La qualità dell'aria nella Provincia di Modena: Report ozono

Elaborazioni dei dati del periodo:  
1 gennaio al 30 settembre 2015



Foto di Fabrizio Poggioli

Responsabile rete monitoraggio qualità aria di Modena - [Carla Barbieri](#)



## Caratteristiche principali

L'ozono (formula chimica  $O_3$ ), è un gas di colore azzurro pallido, di peso molecolare circa doppio rispetto a quello dell'aria, che assorbe fortemente la radiazione solare UV (ultravioletta) nella regione spettrale da 200 a 350 nm e debolmente attorno a 600 nm risultando quindi un formidabile schermo di protezione per le temibili radiazioni ultraviolette pericolose per le forme di vita del nostro pianeta.

Nella troposfera non vi sono emissioni significative di ozono prodotte dall'uomo e l'ozono presente è di origine secondaria, ovvero prodotto naturalmente da reazioni fotochimiche che coinvolgono direttamente l'ossigeno atmosferico, reazioni amplificate dagli inquinanti immessi direttamente in atmosfera dall'uomo (precursori).

Nelle aree popolate del pianeta interessate dalla presenza di inquinanti primari di origine umana il principale meccanismo di produzione dell'ozono è costituito dal processo chimico-fisico che da origine allo smog fotochimico.

I principali precursori dell'ozono di origine antropica sono gli ossidi di azoto e le molecole incombuste di idrocarburi emessi dagli scarichi dei veicoli a combustione interna. Anche i solventi e altri composti organici volatili (COV) partecipano alla produzione di ozono.

Affinché questo composto si formi a livello del suolo con velocità apprezzabili, devono essere soddisfatte alcune condizioni:

- le sorgenti dei precursori devono emettere alte quantità di ossido di azoto, idrocarburi ed altri COV (ad esempio una situazione di alto traffico cittadino);
- alta temperatura e irraggiamento solare;
- l'aria deve rimanere relativamente poco rimescolata affinché i reagenti non siano diluiti.

Le più alte concentrazioni di ozono si registrano nelle ore di massimo irraggiamento solare dei mesi estivi, proprio perché alcune delle reazioni per la produzione di questo inquinante hanno la radiazione come fattore accelerante fondamentale.

L'ozono è un composto altamente ossidante ed aggressivo. In conseguenza di questa sua natura chimica, sebbene possa essere trasportato anche a grande distanza dalle masse d'aria in movimento, non permane a lungo in atmosfera. In effetti, nelle aree urbane, dove è maggiore l'inquinamento atmosferico, l'ozono si forma e reagisce con elevata rapidità (i composti primari che partecipano alla sua formazione sono gli stessi che possono causarne una rapida distruzione). Se l'ozono prodotto in area urbana viene rimosso fisicamente per trasporto verso aree suburbane e rurali, acquista un tempo di vita superiore a causa del minore inquinamento da ossido di azoto (NO) e può accumularsi raggiungendo valori di concentrazione superiori a quelli urbani. Va' inoltre considerato che nelle aree caratterizzate da forte presenza di vegetazione vi è la produzione naturale di alcheni (pinene, limonene, isoprene) che sono fra i più reattivi precursori di ozono.

### LIMITI NORMATIVI - D.Lgs. 155 13/08/2010

#### Protezione della salute umana

Soglia di Informazione	media oraria	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Soglia di Allarme	media oraria da non superare per più di <b>3 ore consecutive</b>	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valore Obiettivo	massimo giornaliero della media mobile su 8 ore da non superare più di <b>25 volte/anno civile come media su tre anni</b>	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

#### Protezione della vegetazione

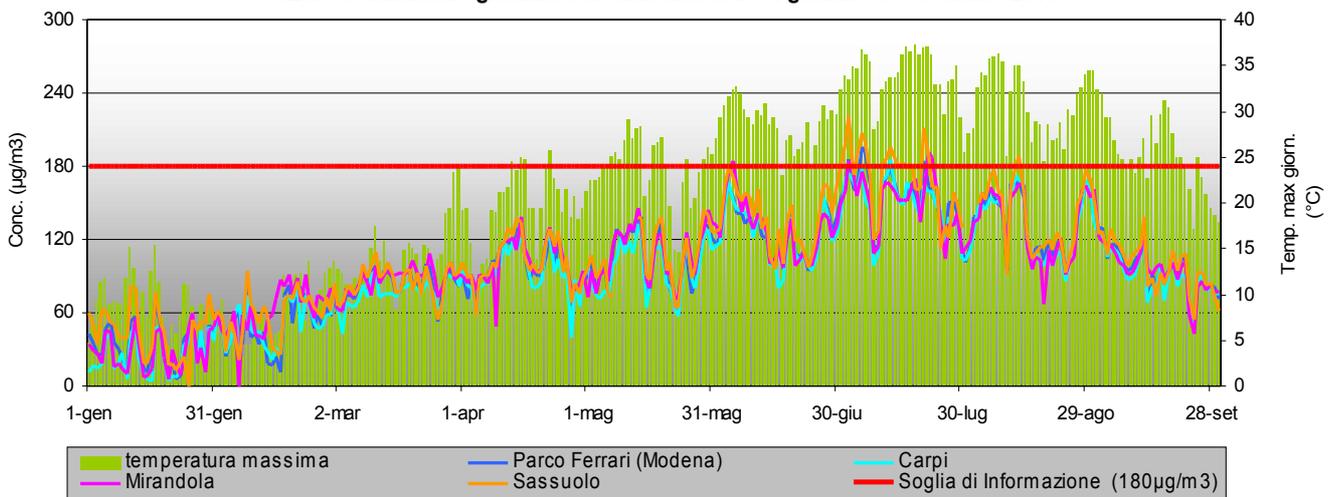
Valore Obiettivo	AOT40 * (calcolata sulla base dei valori di 1 ora) da maggio a luglio come <b>media su 5 anni</b>	18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$
------------------	---	---

\*AOT40: esposizione cumulata di ozono al di sopra della soglia di 40 ppb (parti per miliardo =  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) calcolata da maggio a luglio dalle ore 8 alle ore 20 (indicatore che l'Unione Europea utilizza per la protezione della vegetazione).

## O3: concentrazioni e confronto con le Soglie di Informazione e di Allarme per la protezione della salute umana - (1 gennaio - 30 settembre 2015)

Ozono (O <sub>3</sub> )				Elaborazione dati orari del periodo: 1 gennaio al 30 settembre 2015									Num. GIORNI con sup. della Soglia Informazione	Num. ORE con sup della Soglia Informazione
Zona	Comune	Stazione	Tipo	Dati validi (%)	min	media	max	50°	90°	95°	98°	1 gennaio al 30 settembre 2015		
Pianura Ovest	Modena	Parco Ferrari	*	100	< 10	53	196	45	114	136	154	4	11	
	Carpi	Remesina	*	100	< 10	52	186	45	107	130	150	1	3	
	Mirandola	Gavello	*	100	< 10	57	191	49	115	135	154	4	12	
	Sassuolo	Parco Edilcarani	*	100	< 10	64	221	57	118	146	167	14	58	
<b>Classificazione Zona</b>		<b>Classificazione Stazione</b>		<b>DLgs155/2010 :</b> <b>Soglia di Informazione (S.I.)= 180 µg/m<sup>3</sup> (media oraria da non superare)</b>										
Urbana	Traffico													
Suburbana	Fondo													
Rurale	Industriale													

OZONO: andamento giornaliero del massimo orario 1 gennaio - 30 settembre 2015



Il grafico sopra riportato, confronta i dati di Ozono (orari massimi giornalieri) misurati nelle diverse stazioni, con la Soglia di Informazione di 180 µg/m<sup>3</sup> e mette in relazione questi con la temperatura massima giornaliera di Modena (dato della stazione meteo urbana di via Santi n.40).

In ragione dell'origine fotochimica di questo inquinante, che si forma in atmosfera in presenza di radiazione solare, gli andamenti dei massimi orari giornalieri, mostrano valori più elevati nei mesi estivi in cui l'irraggiamento insieme alla temperatura è maggiore.

I superamenti della soglia di informazioni si sono registrati quasi tutti nel mese di luglio, periodo caratterizzato da temperature massime spesso elevate (superiori a 35 °C), condizione particolarmente favorevole alla formazione di questo inquinante.



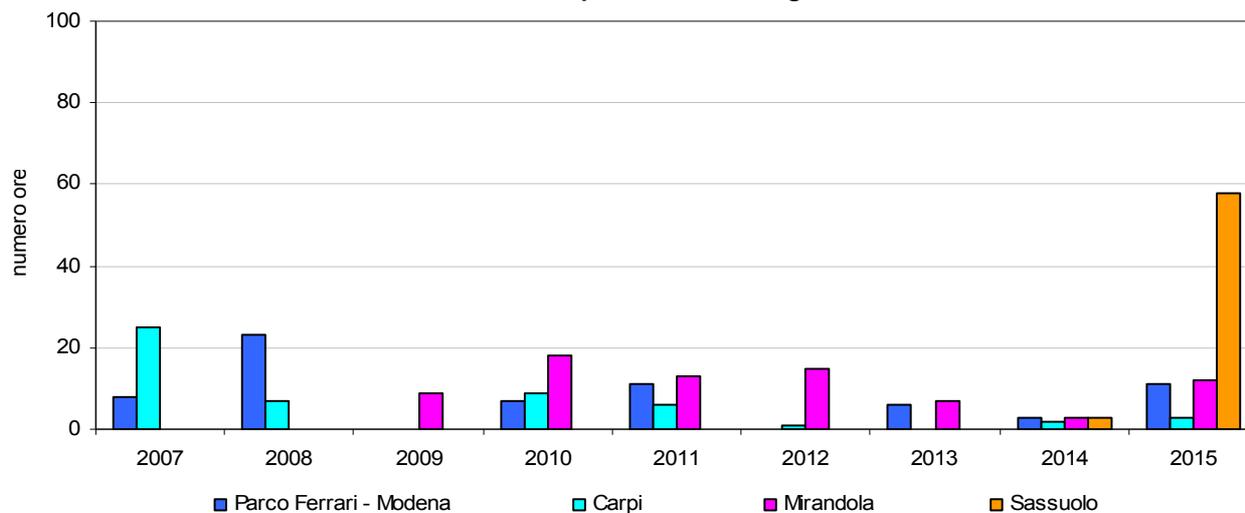
Sotto vengono indicate le ore di superamento della soglia di Informazione con i relativi dati orari:

Data	Ora	Parco Ferrari MODENA Max oraria (µg/m3)	Data	Ora	Remesina CARPI Max oraria (µg/m3)	Data	Ora	Gavello MIRANDOLA Max oraria (µg/m3)	Data	Ora	Parco Edilcarani SASSUOLO Max oraria (µg/m3)	
						05/06/15	16	184				
03/07/15	13	181	13/07/15	14	182	03/07/15	15	185		14	194	
	14	186		15	186		12	181		15	194	
06/07/15	12	183		16	182	22/07/15	13	186	02/07/15	16	199	
	13	196					14	190		17	194	
	14	187					15	188		18	183	
07/07/15	17	184					16	191	03/07/15	12	191	
	18	192					17	189		13	204	
21/07/15	14	184				23/07/15	13	187		14	217	
	15	185					14	187		15	221	
	16	183					15	183		16	211	
	17	184					16	183		17	182	
									05/07/15	12	187	
										13	184	
										14	184	
										15	184	
									06/07/15	16	181	
										11	183	
										12	205	
										13	205	
									07/07/15	14	204	
										15	207	
										16	201	
										17	194	
									11/07/15	18	199	
										13	182	
										15	188	
										16	190	
									12/07/15	17	189	
										18	200	
										19	190	
										17	182	
									13/07/15	14	185	
										15	184	
										16	185	
										17	187	
									14/07/15	18	184	
										13	181	
										14	192	
										15	196	
									16/07/15	16	191	
										17	187	
										18	193	
										13	185	
									21/07/15	14	186	
										15	183	
										18/07/15	15	181
										13	186	
									22/07/15	14	190	
										15	192	
										16	195	
										17	211	
									13/8/15	18	196	
										11	181	
										15	189	
										16	188	
									13/8/15	14	183	
										15	186	
										16	188	
<b>Numero di ORE di superamento della Soglia di Informazione</b>		<b>11</b>			<b>3</b>			<b>12</b>			<b>58</b>	

## O3: trend del n° di ore di superamento della Soglia di Informazione per la protezione della salute umana (anni dal 2007 al 2015)

Ozono (O <sub>3</sub> )				Numero di ore con superamento della Soglia Informazione ANNI 2007-2015								
Zona	Comune	Stazione	Tipo	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Dal 1 gennaio a 30 settembre 2015
Pianura Ovest	Modena	Parco Ferrari	*	8	23	0	7	11	0	6	3	11
	Carpi	Remesina	*	25	7	0	9	6	1	0	2	3
	Mirandola	Gavello	*			9	18	13	15	7	3	12
	Sassuolo	Parco Edilcarani	*								3	58
Classificazione Zona		Classificazione Stazione		<b>DLgs155/2010 :</b> <b>Soglia di Informazione (S.I.)= 180 µg/m<sup>3</sup> (media oraria da non superare)</b>								
Urbana	Traffico											
Suburbana	Fondo											
Rurale	Industriale											

Ozono: trend dei superamenti della Soglia di Informazione



I superamenti della Soglia di Informazione sono abbastanza variabili negli anni e prevalentemente legati alla meteorologia che contraddistingue la stagione estiva, oltre che alla zona in cui è collocata la stazione.

Difficile quindi stabilire un trend dei superamenti della Soglia di Informazione.

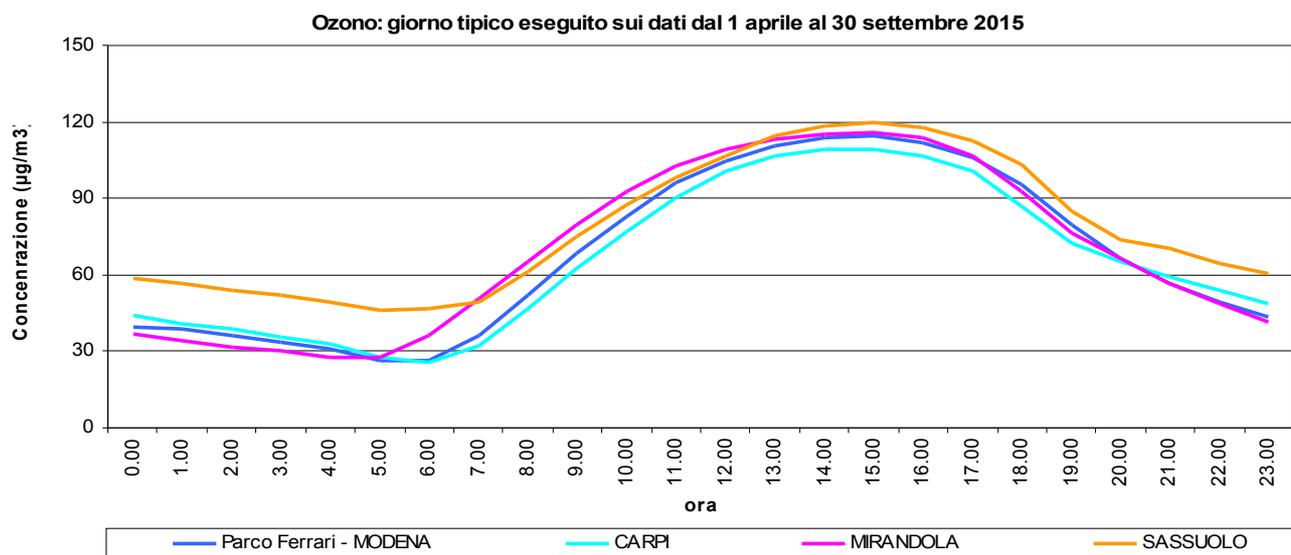
## O3: massimi giornalieri media mobile su 8 ore a confronto con il Valore Obiettivo per la protezione della salute umana periodo (1 gennaio - 30 settembre 2015)

Ozono (O <sub>3</sub> )				Elaborazione dati orari del periodo: 1 gennaio al 30 settembre 2015									N° giorni con sup. Valore Obiettivo
Zona	Comune	Stazione	Tipo	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	Periodo 1 genn- 30 sett 2015
Pianura Ovest	Modena	Parco Ferrari	*	0	0	0	0	4	12	26	17	0	59
	Carpi	Remesina	*	0	0	0	0	0	10	23	16	0	49
	Mirandola	Gavello	*	0	0	0	0	4	16	25	16	0	61
	Sassuolo	Parco Edilcarani	*	0	0	0	0	3	15	24	15	1	58
Classificazione Zona		Classificazione Stazione		<b>DLgs155/2010 :</b> <b>Valore Obiettivo (V.O.)= 120 µg/m<sup>3</sup> (Valore massimo della media mobile su 8 ore da non superare per più di 25 volte all'anno come media degli ultimi 3 anni)</b>									
Urbana	Traffico												
Suburbana	Fondo												
Rurale	Industriale												

Nella tabella sono riportati i superamenti del Valore Obiettivo (massimo giornaliero della media mobile su 8 ore) avvenuti nei mesi da gennaio a settembre 2015.

Come emerge, il mese più critico dell'anno 2015 è stato luglio con una media di 25 giornate di superamento, a seguire agosto con 16 e giugno con 13.

Le stazioni con il maggior numero di superamenti sono quella di fondo rurale situata a Mirandola (61 giorni di superamento) e quella di fondo urbano di Modena e di Sassuolo (rispettivamente 59 e 58 giorni di superamento), a conferma del fatto che nelle aree con minore inquinamento da ossido di azoto (NO), l'ozono acquista un tempo di vita maggiore e si accumula, raggiungendo valori di concentrazione più elevati.



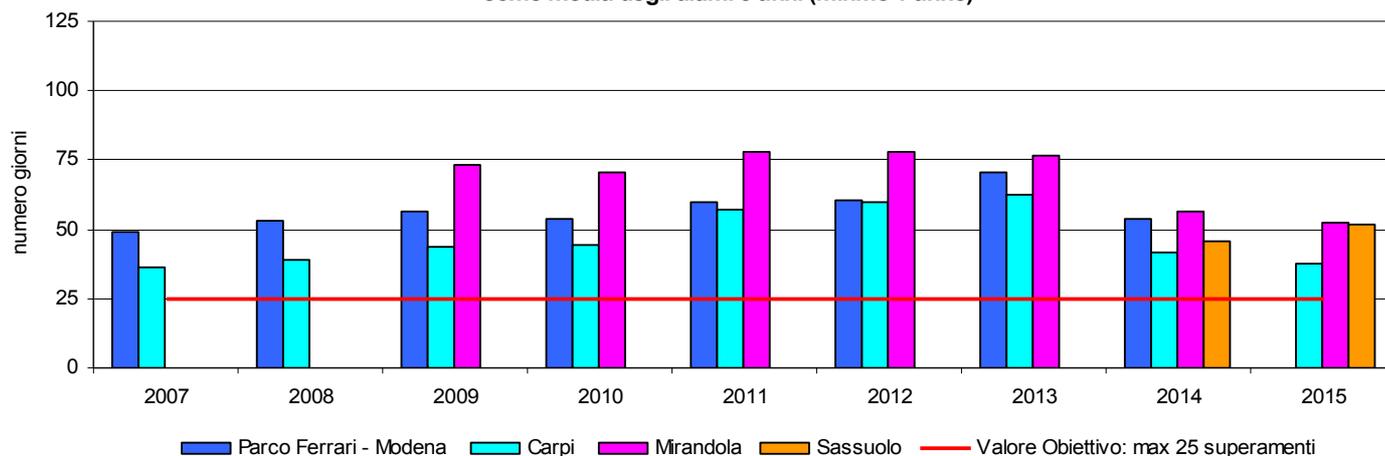
Inoltre, come si evince dal grafico del "giorno tipico", la zona pedecollinare è più critica rispetto a quella di pianura.

Questo fenomeno è probabilmente dovuto al fatto che nelle zone pedecollinari, nelle ore notturne, si instaura la brezza di monte, un vento periodico freddo-asciutto che discende dai monti alle valli, particolarmente accentuato nei mesi estivi, che può portare, in alcuni casi, ozono che proviene dagli strati alti dell'atmosfera. Quest'ultimo, si può accumulare insieme a quello prodotto da reazioni fotochimiche, e contribuisce a valori, soprattutto notturni, più elevati in collina rispetto alla pianura. Questo fenomeno è evidente per la stazione di Sassuolo dalle ore 21 della sera alle 6 del mattino.

## O3: trend del numero di superamenti del Valore Obiettivo per la protezione della salute umana (anni dal 2007 al 2015)

Ozono (O <sub>3</sub> )				Numero superamento del Valore Obiettivo come media degli ultimi 3 anni (minimo 1anno) ANNI 2007-2015								
Zona	Comune	Stazione	Tipo	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Dal 1 gen a 1 30 set 2015
Pianura Ovest	Modena	Parco Ferrari	*	49	53	57	54	60	60	70	54	52
	Carpi	Remesina	*	36	39	44	44	57	60	63	42	38
	Mirandola	Gavello	*			73	71	78	78	76	57	53
	Sassuolo	Parco Edilcarani	*								46	52
Classificazione Zona		Classificazione Stazione		<b>DLgs155/2010 :</b> <b>Valore Obiettivo (V.O.)= 120 µg/m<sup>3</sup> (Valore massimo della media mobile su 8 ore da non superare per più di 25 volte all'anno come media degli ultimi 3 anni)</b>								
Urbana	Traffico											
Suburbana	Fondo											
Rurale	Industriale											

Ozono: numero di superamenti del Valore Obiettivo per la protezione della salute umana come media degli ultimi 3 anni (minimo 1 anno)



Nel grafico vengono riportati i superamenti del Valore Obiettivo mediati su 3 anni a confronto con il Valore Obiettivo per la protezione della salute umana.

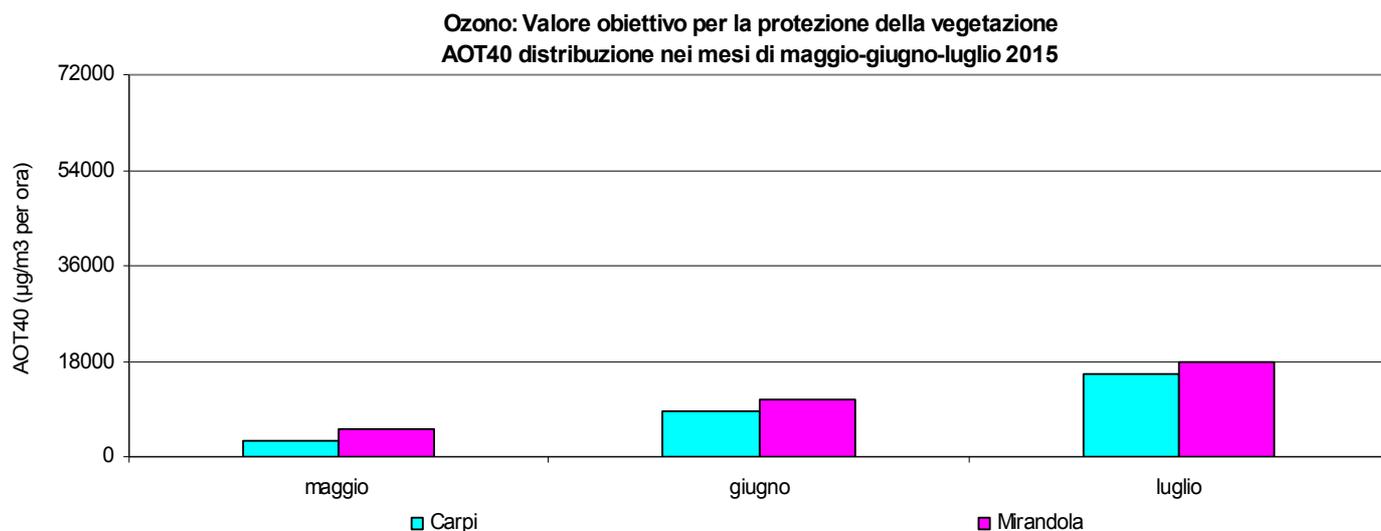
Se si analizzano i dati, gli andamenti mostrano livelli quasi sempre più elevati nella stazione di fondo rurale di Mirandola; questo è sicuramente dovuto al fatto che questo inquinante trasportato nelle aree suburbane e rurali, acquista un tempo di vita superiore a causa del minore inquinamento.

Gli anni con un numero maggiore di superamenti sono il 2013 (minimo 63 massimo con 76 superamenti), a seguire il 2012 e il 2011; anni in cui la stagione estiva è stata particolarmente calda e quindi adatta alla formazione di ozono.

Come evidenziato dai grafici, in tutti gli anni esaminati, i superamenti del Valore Obiettivo sono molto più elevati rispetto ai 25 consentiti, e non si nota un avvicinamento a tale valore, a conferma della criticità che ancora esiste per questo inquinante.

### O3: Valore obiettivo per la protezione della vegetazione AOT40 periodo (1 maggio - 31 luglio 2015)

Ozono (O <sub>3</sub> )				Elaborazione dati orari del periodo: 1 maggio al 31 luglio 2015			AOT40
Zona	Comune	Stazione	Tipo	Maggio	Giugno	Luglio	Periodo 1 maggio 31 luglio 2015
Pianura Ovest	Carpi	Remesina	*	3082	8512	15487	27081
	Mirandola	Gavello	*	5360	10781	17945	34086
Classificazione Zona		Classificazione Stazione		<b>DLgs155/2010 :</b> <b>AOT40 * (calcolata sulla base dei valori di 1 ora) da maggio a luglio come media su 5 anni = 18000 µg/m<sup>3</sup>*h</b>			
Urbana		Traffico					
Suburbana		* Fondo					
Rurale		Industriale					

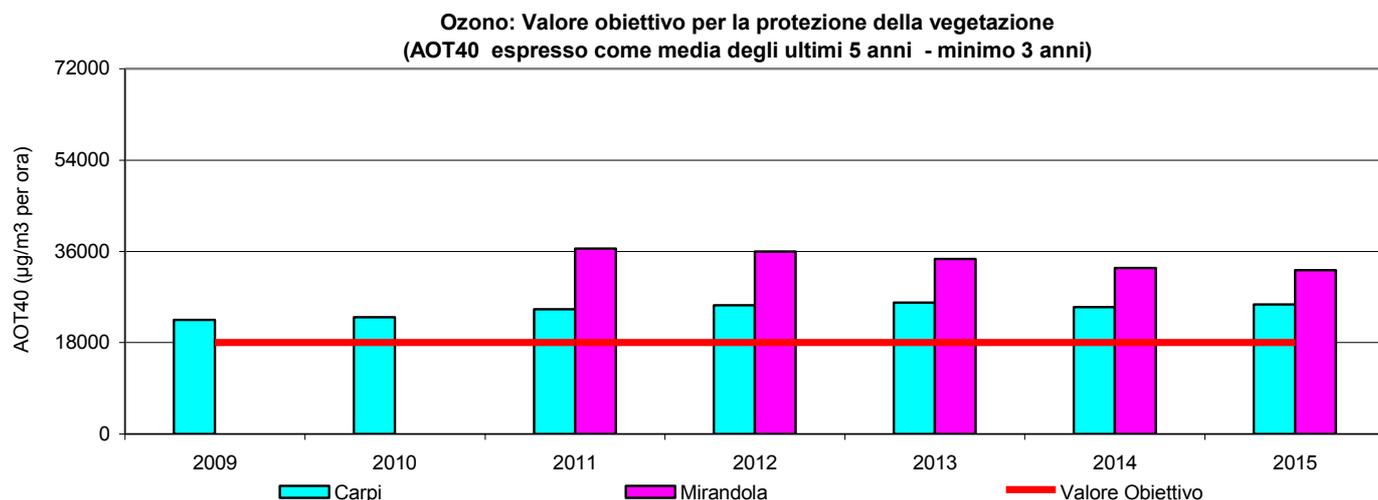


La valutazione di questo indicatore, come imposto dal D.Lgs. 155/10 è limitata alle stazioni di fondo suburbano e rurale, quindi nel calcolo sono state considerate solo le stazioni di Carpi e di Mirandola.

Il mese peggiore dell'anno tra quelli previsto nel calcolo è luglio con un AOT 40 medio di circa 16700 µg/m<sup>3</sup>\*h che raggiunge quasi il massimo valore annuale previsto di 18000 µg/m<sup>3</sup>\*h.

### O3: trend del AOT40 (anni dal 2007 al 2015)

Ozono (O <sub>3</sub> )				AOT 40 come media degli ultimi 5 anni (minimo 3 anni) ANNI 2009-2015						
Zona	Comune	Stazione	Tipo	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Pianura Ovest	Carpi	Remesina	* Fondo	22499	23022	24581	25366	25900	25036	25534
	Mirandola	Gavello	* Fondo			36559	35974	34493	32716	32335
Classificazione Zona		Classificazione Stazione		<b>DLgs155/2010 :</b> <b>AOT40 * (calcolata sulla base dei valori di 1 ora) da maggio a luglio come media su 5 anni = 18000 µg/m<sup>3</sup>*h</b>						
Urbana		Traffico								
Suburbana		Rurale	Industriale							



Nel trend vengono riportati i valori di AOT40 a partire dall'anno 2009 in quanto il DL 155/2010 prevede che il calcolo dell'AOT40 venga mediato su cinque anni con un numero minimo di tre anni, quindi il primo dato è della stazione di Carpi che risulta essere la media del triennio 2007-2009.

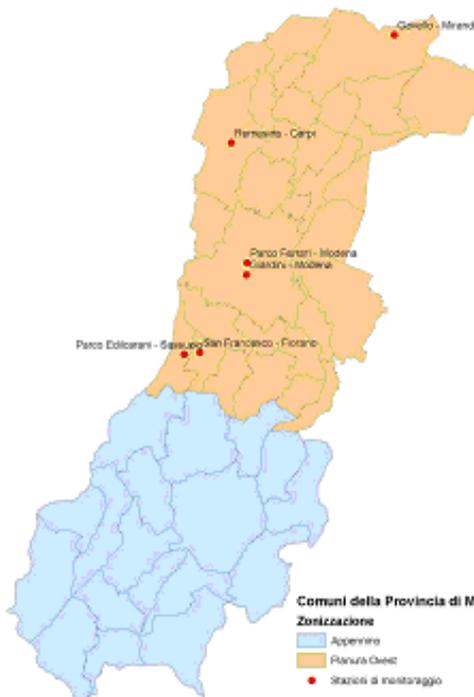
Se si analizzano i valori di AOT40 si possono notare livelli sempre più elevati a Mirandola dovuto al fatto che questo inquinante trasportato nelle aree suburbane e rurali, acquista un tempo di vita superiore a causa del minore inquinamento; le differenze tra la stazione di fondo rurale e quella di fondo sub-urbano sono più evidenti negli anni 2011 e 2012 (10000-11000 µg/m<sup>3</sup>\*h) e meno dal 2013 (7600 µg/m<sup>3</sup>\*h).

I valori di AOT40 sono ovunque e in tutti gli anni esaminati superiori a 18000 µg/m<sup>3</sup> h, anche in questo caso, non si nota un avvicinamento al Valore Obiettivo di 18000 µg/m<sup>3</sup> h stabilito per la protezione della vegetazione (da valutare a partire dal 2015) a conferma della criticità che ancora esiste per questo inquinante.

## La nuova zonizzazione del territorio Emilia Romagna ai sensi del D.L.155/20



## Le stazioni delle rete regionale della qualità dell'aria



Stazione: GIARDINI - traffico  
Ubicazione: Via Giardini 543 - Modena  
Anno attivazione 1990  
Inquinanti monitorati: NO<sub>x</sub>, CO, BTX, PM<sub>10</sub>



Stazione: PARCO FERRARI - fondo urbano  
Ubicazione: Parco Ferrari - Modena  
Anno attivazione 2005  
Inquinanti monitorati: NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>



Stazione: REMESINA - fondo suburbano  
Ubicazione: Via Remesina - Carpi  
Anno attivazione 1997  
Inquinanti monitorati: NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>



Stazione: GAVELLO - fondo rurale  
Ubicazione: Via Gazzi -loc. Gavello - Mirandola  
Anno attivazione 2008  
Inquinanti monitorati: NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10,r</sub>, PM<sub>2.5</sub>



Stazione: SAN FRANCESCO - traffico  
Ubicazione: Circ. San Francesco - Fiorano  
Anno attivazione 2007  
Inquinanti monitorati: NO<sub>x</sub>, CO, BTX, PM<sub>10</sub>



Stazione: PARCO EDILCARANI - fondo urbano  
Ubicazione: Parco Edilcarani - Sassuolo  
Anno attivazione 2010  
Inquinanti monitorati: NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10,r</sub>, PM<sub>2.5</sub>