

- il modello “VI-Net3” è guidato con più forza dalle stesse variabili che influenzano maggiormente le determinazioni del modello “VI-Net2”: la temperatura, la radiazione solare, l’ozono di Valdagno dell’ora precedente e l’ozono di Schio.

L’ozono di Valdagno, quindi subisce un effetto a scala di bacino con il particolare intervento dell’ozono di Bassano del Grappa e di Schio.

5.5 Modelli per l’ozono di Vicenza

Le serie di dati della città di Vicenza non hanno le misure di umidità relativa. Tale lacuna, tuttavia, non ha prodotto particolari difficoltà per la riproduzione del fenomeno in questa località, al contrario di quanto è accaduto a Schio.

La tabella 5.41 riporta le strutture dei modelli di O_3 elaborati per Vicenza.

Tabella 5.41. Reti neurali per la previsione dell’ozono di Vicenza.

Rete	Tipo	N° patterns		Elementi del vettore d’input
		Trn.	Tst.	
Vo-Net1	f-6-4-1	1141	500	Rst(t-2)Vo-T(t-1)Vo-O ₃ (t)Bg-O ₃ (t)Mm-O ₃ (t)Sc-O ₃ (t)VI;
Vo-Net2	f-8-6-1	1036	600	NO ₂ (t-1)Vo-T(t-1)Vo-Rst(t-2)Vo-O ₃ (t-1)Vo-O ₃ (t)Bg-O ₃ (t)Mm-O ₃ (t)Sc-O ₃ (t)VI;
Vo-Net3	f-8-6-1	1037	600	NO ₂ (t-1)Vo-T(t-1)Vo-Rst(t-2)Vo-O ₃ (t-1)Vo-O ₃ (t-1)Bg-O ₃ (t-1)Mm-O ₃ (t-1)Sc-O ₃ (t-1)VI;

Tutti e tre i modelli riproducono il fenomeno in modo sufficientemente fedele, come mostrato dai grafici di regressione lineare tra O_3 sperimentale del *training set* ed il corrispondente O_3 simulato e dai diagrammi di autocorrelazione dei residui, riportati nelle figure 5.37÷5.42.

Fig. 5.37. Modello “Vo-Net1”: regressione lineare tra O_3 sperimentale ed O_3 simulato.

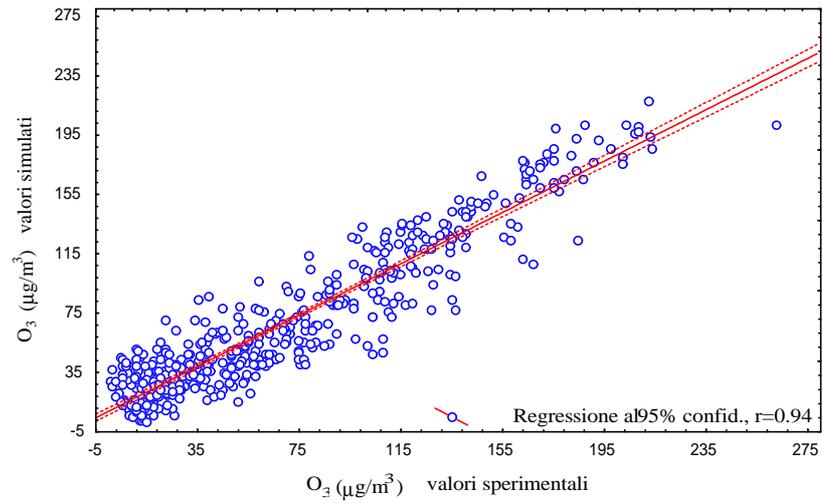


Fig. 5.38. Modello “Vo-Net2”: regressione lineare tra O_3 sperimentale ed O_3 simulato.

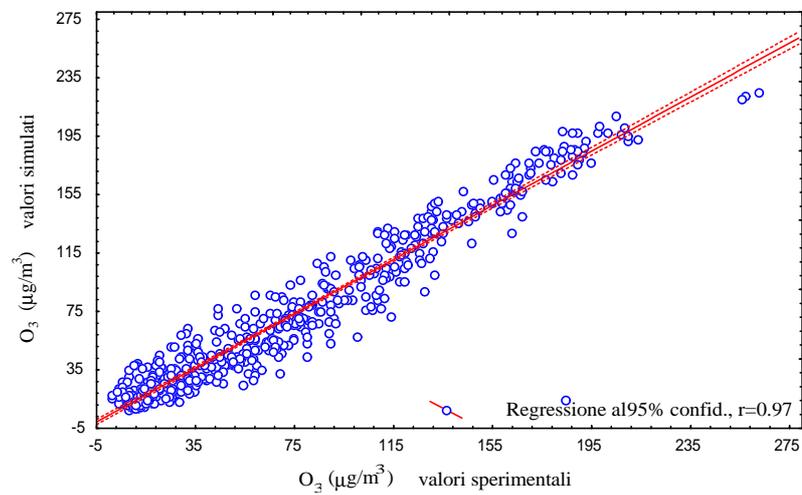


Fig. 5.39. Modello “Vo-Net3”: regressione lineare tra O_3 sperimentale ed O_3 simulato.

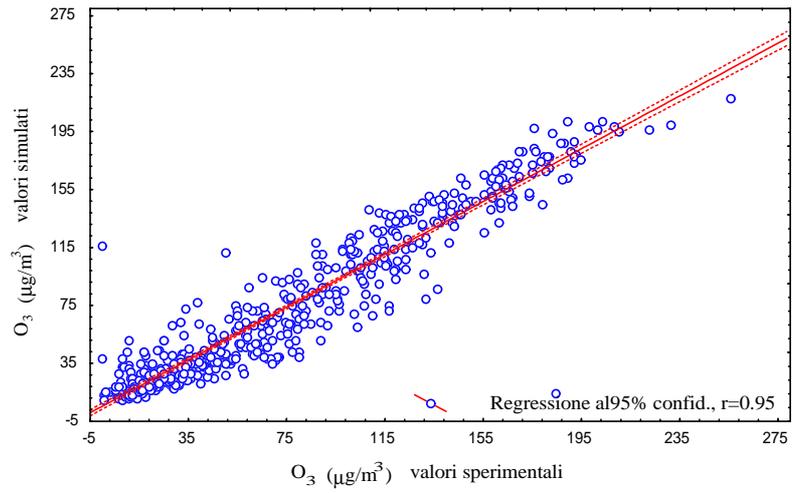


Fig. 5.40. Autocorrelazione dei residui della rete "Vo-Net1".

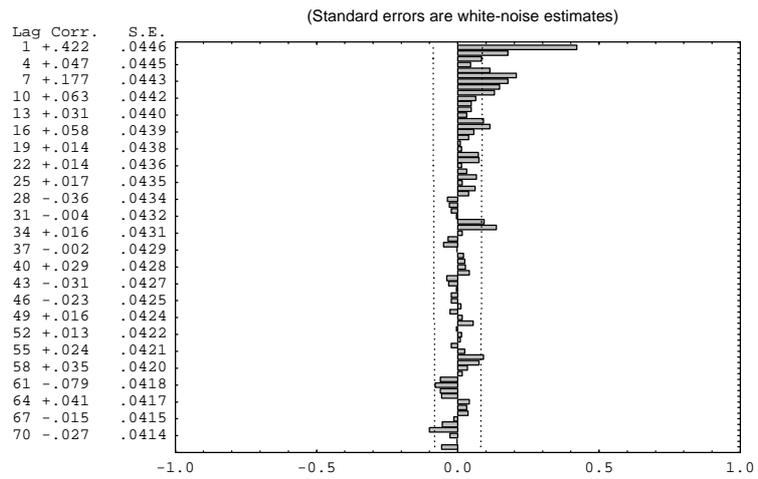


Fig. 5.41. Autocorrelazione dei residui della rete "Vo-Net2".

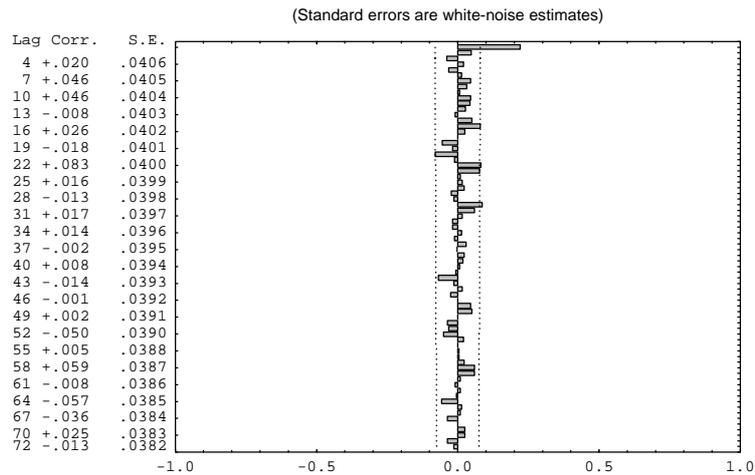
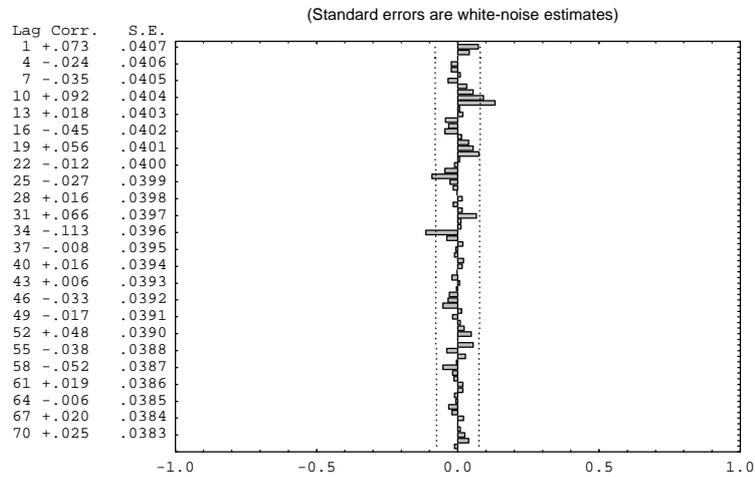


Fig. 5.42. Autocorrelazione dei residui della rete “Vo-Net3”.



I diagrammi delle figure 5.37÷42 permettono di stilare una classifica fra i diversi modelli: il modello “Vo-Net1” risulta il peggiore, mentre i migliori risultati sono stati forniti dal modello “Vo-Net2”, classifica confermata anche dalle analisi di confronto tra le serie sperimentali e quelle simulate e dalle analisi di dettaglio sulle previsioni dei picchi di concentrazione d’ozono (V. tabelle 5.42-5-50).

Tabella 5.42. Modello “Vo-Net1”: analisi di confronto tra valori sperimentali e valori simulati.

Modello “Vo-Net 1”		
	<i>Training set</i>	<i>testing set</i>
numero di esempi, N	1141	500
media dei valori osservati, \bar{O}	72.30	66.77
media dei valori previsti, \bar{P}	72.84	66.67
deviazione standard dei valori osservati, s_o	56.27	54.24

deviazione standard dei valori previsti, s_p	52.75		49.90	
coefficiente di correlazione	0.95		0.94	
varianza spiegata	0.89		0.88	
regressione lineare	a = 8.74	b = 0.89	a = 8.91	b = 0.86
errore medio assoluto, MAE	13.39		14.09	
radice dell'errore quadratico medio, RMSE	18.30		18.49	
errore quadratico medio sistematico, $RMSE_s$	6.40		7.31	
errore quadratico medio casuale, $RMSE_u$	17.14		16.98	
indici di Willmott, d_1 e d_2	$d_1 = 0.85$	$d_2 = 0.97$	$d_1 = 0.84$	$d_2 = 0.97$

Tabella 5.43. Modello "Vo-Net2": analisi di confronto tra i valori sperimentali ed i simulati.

Modello "Vo-Net 2"				
	Training set		testing set	
numero di esempi, N	1036		600	
media dei valori osservati, \bar{O}	70.35		70.78	
media dei valori previsti, \bar{P}	70.22		69.60	
deviazione standard dei valori osservati, s_o	55.35		56.23	
deviazione standard dei valori previsti, s_p	53.20		53.88	
coefficiente di correlazione	0.97		0.97	
varianza spiegata	0.94		0.94	
regressione lineare	a = 4.43	b = 0.93	a = 3.99	b = 0.93
errore medio assoluto, MAE	9.24		9.75	
radice dell'errore quadratico medio, RMSE	12.83		14.28	
errore quadratico medio sistematico, $RMSE_s$	3.59		4.27	
errore quadratico medio casuale, $RMSE_u$	12.31		13.63	
indici di Willmott, d_1 e d_2	$d_1 = 0.90$	$d_2 = 0.99$	$d_1 = 0.89$	$d_2 = 0.88$

Tabella 5.44. Modello "Vo-Net3": analisi di confronto dei dati sperimentali con i simulati.

Modello "Vo-Net 3"				
	Training set		testing set	
numero di esempi, N	1037		600	
media dei valori osservati, \bar{O}	70.41		70.34	
media dei valori previsti, \bar{P}	69.61		69.55	
deviazione standard dei valori osservati, s_o	54.46		55.92	
deviazione standard dei valori previsti, s_p	52.70		53.35	
coefficiente di correlazione	0.96		0.95	
varianza spiegata	0.93		0.91	
regressione lineare	a = 5.04	b = 0.92	a = 5.47	b = 0.91
errore medio assoluto, MAE	11.01		11.08	
radice dell'errore quadratico medio, RMSE	14.54		16.56	
errore quadratico medio sistematico, $RMSE_s$	4.66		5.02	
errore quadratico medio casuale, $RMSE_u$	13.77		15.78	

indici di Willmott, d_1 e d_2	$d_1 = 0.88$	$d_2 = 0.98$	$d_1 = 0.88$	$d_2 = 0.98$
-----------------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Tabella 5.45. *Analisi di contingenza per il superamento del livello d'attenzione dell'ozono nei dati sperimentali del testing set ed in quelli simulati dalla rete "Vo-Net1".*

Tabella di contingenza per $O_3 > 180 \text{ mg/m}^3$, "Vo-Net1"		
	Eventi favorevoli per i valori previsti	Eventi sfavorevoli per i valori previsti
Eventi favorevoli per i valori osservati	14 (A)	5 (B)
Eventi sfavorevoli per i valori osservati	3 (C)	478 (D)

Tabella 5.46. *Modello "Vo-Net1": analisi statistica sulla previsione degli eventi acuti.*

<i>Probability of detection, POD</i>	0.74
<i>Miss Rate, MISS</i>	0.26
<i>False Alarm Rate, FAR</i>	0.18
<i>Correct Null Forecast, CNULL</i>	0.99
<i>Critical Success Index, CSI</i>	0.64
<i>True Skill Scores, TSS</i>	0.73
<i>Heidke Skill Score, S</i>	0.77

Tabella 5.47. *Tabella di contingenza per il superamento del livello d'attenzione nei valori sperimentali ed in quelli simulati del testing set del modello "Vo-Net2".*

Tabella di contingenza per $O_3 > 180 \text{ mg/m}^3$, "Vo-Net2"		
	Eventi favorevoli per i valori previsti	Eventi sfavorevoli per i valori previsti
Eventi favorevoli per i valori osservati	24 (A)	7 (B)
Eventi sfavorevoli per i valori osservati	5 (C)	564 (D)

Tabella 5.48. *Modello "Vo-Net2": analisi statistica della previsione degli eventi acuti.*

<i>Probability of detection, POD</i>	0.77
<i>Miss Rate, MISS</i>	0.23
<i>False Alarm Rate, FAR</i>	0.17

<i>Correct Null Forecast, CNULL</i>	0.99
<i>Critical Success Index, CSI</i>	0.67
<i>True Skill Scores, TSS</i>	0.76
<i>Heidke Skill Score, S</i>	0.79

Tabella 5.49. *Tabella di contingenza per il superamento del livello di attenzione nei valori sperimentali ed in quelli simulati dal modello “Vo-Net3”.*

Tabella di contingenza per O₃ > 180 mg/m³, “Vo-Net3”

	Eventi favorevoli per i valori previsti	Eventi sfavorevoli per i valori previsti
Eventi favorevoli per i valori osservati	14 (A)	11 (B)
Eventi sfavorevoli per i valori osservati	5 (C)	570 (D)

Tabella 5.50. *Modello “Vo-Net3”: analisi statistica della previsione degli eventi acuti.*

<i>Probability of detection, POD</i>	0.56
<i>Miss Rate, MISS</i>	0.44
<i>False Alarm Rate, FAR</i>	0.26
<i>Correct Null Forecast, CNULL</i>	0.99
<i>Critical Success Index, CSI</i>	0.47
<i>True Skill Scores, TSS</i>	0.55
<i>Heidke Skill Score, S</i>	0.62

Interpretando i valori riportati dalle tabelle 5.42-5.50, si osserva che:

- il modello “Vo-Net1” produce dei risultati piuttosto soddisfacenti anche se la correlazione tra i valori sperimentali ed i simulati non è eccellente. Tuttavia, confrontando i risultati di “Vo-Net1” con quelli prodotti dai modelli dello stesso tipo creati per le altre località, “Vo-Net1” si distingue perché il coefficiente di correlazione tra valori osservati e previsti del *testing set* è di 0.94 ed ha un’alta percentuale (0.74) di previsioni corrette degli eventi acuti. Inoltre l’errore medio (RMSE) rientra nel range tipico degli errori prodotti dai modelli “*-Net1”⁷;

⁷ Si fa presente che valori della correlazione di 0.94, tra osservazioni e previsioni, ed un alto coefficiente di POD per la previsione degli eventi acuti sono già stati incontrati nelle precedenti argomentazioni, ma sempre separatamente: modelli “*-Net1” con un elevato coefficiente di correlazione non erano caratterizzati anche da un elevato POD e viceversa (si vedano i modelli “Sc-Net1” e “Mm-Net1”).

- i risultati della rete “Vo-Net2” sono i migliori sia dal punto di vista dell’accuratezza, sia per quanto riguarda la correttezza delle previsioni di eventi acuti;
- il modello “Vo-Net3” fornisce risultati di accuratezza intermedia rispetto a quella dei modelli “Vo-Net1” e “Vo-Net2”, ma di qualità inferiore per quanto riguarda le previsioni degli eventi acuti.

Fig. 5.43. Modello “Vo-Net1”: confronto tra alcuni valori sperimentali ed i corrispondenti simulati del testing set.

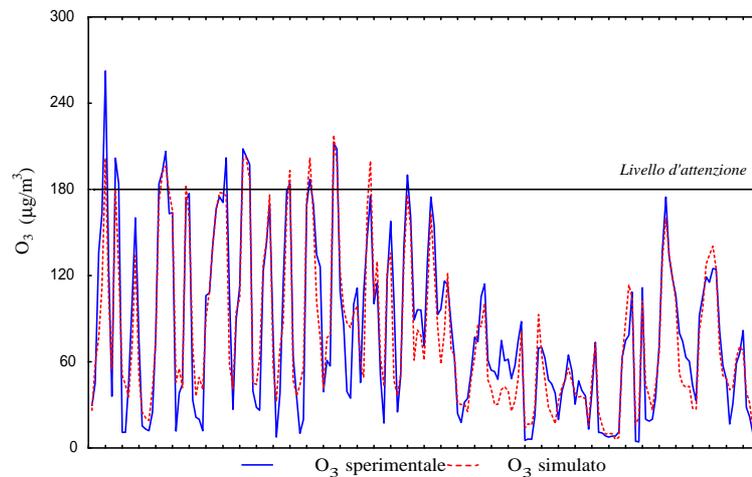


Fig. 5.44. Modello “Vo-Net2”: confronto tra alcuni valori sperimentali ed i corrispondenti simulati del testing set.

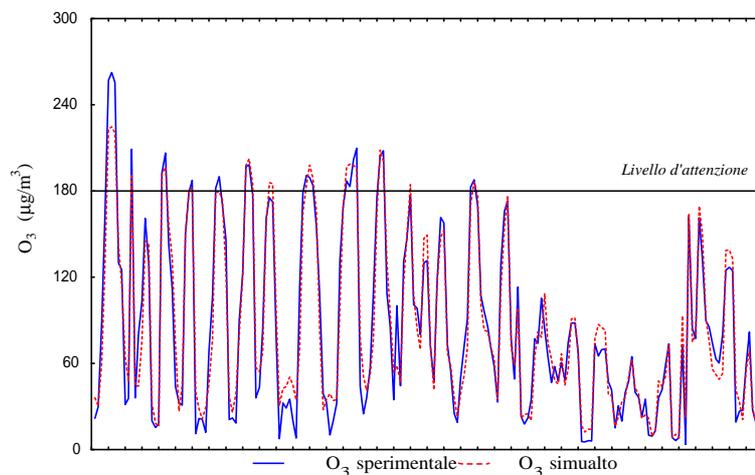
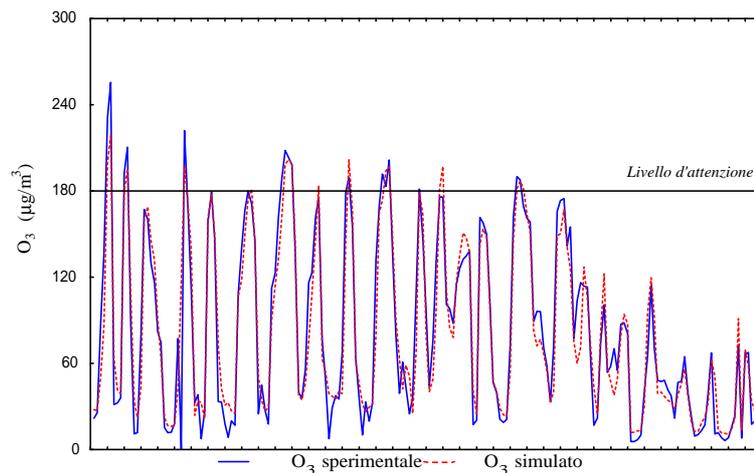


Fig. 5.45. Modello “Vo-Net3”: confronto tra alcuni valori sperimentali del testing set ed i corrispondenti simulati.



Le figure 5.43-5.45 mettono in risalto come i modelli “Vo-Net2” e “Vo-Net3” riproducano l’andamento di O₃ meglio del modello “Vo-Net1”.

Per quanto riguarda l’interpretazione del fenomeno, l’analisi di sensitività produce i seguenti risultati:

- l’ozono simulato dal modello “Vo-Net1” è molto sensibile alle seguenti variabili: Rst(t-2)Vo, T(t-1)Vo e O₃(t)Mm;
- i valori forniti dalla rete “Vo-Nrt2” sono maggiormente determinati da: Rst(t-2)Vo, O₃(t-1)Vo e O₃(t)Mm;
- analogamente alla precedente, la rete “Vo-Net3” è più sensibile alla radiazione solare (Rst(t-2)Vo), all’ozono dell’ora precedente di Vicenza (O₃(t-1)Vo) ed all’ozono dell’ora precedente di Montecchio Maggiore (O₃(t-1)Mm).

I risultati dell’analisi di sensitività, appena descritti, permettono di mettere in relazione l’ozono di Vicenza con quello di Montecchio Maggiore. Tale risultato era, d’altra parte, già stato messo in evidenza dall’analisi di sensitività effettuata sui modelli dell’ozono di Montecchio Maggiore.