

ANNUARIO 2014-15



FONDAZIONE OSSERVATORIO XIMENIANO *ONLUS*
FIRENZE

ANNUARIO 2014-15



**FONDAZIONE OSSERVATORIO XIMENIANO ONLUS
FIRENZE**

In copertina: Antenna a telaio per radio Siti R3 e R4
Originale della stazione radiotelegrafica di P. Alfani

Fondazione Osservatorio Ximeniano *onlus*

via Borgo San Lorenzo, 26 - 50123 Firenze

Tel. 055 210420 - Fax 055 214658

www.ximeniano-firenze.it

osservatorioximeniano@gmail.com

Proprietà letteraria riservata

© Fondazione Osservatorio Ximeniano *onlus* - Firenze

Giugno 2016

Tipografia Coppini - Firenze

Indice

Presentazione	5
<i>Mario Calamia, Presidente Fondazione Osservatorio Ximeniano</i>	
METEOROLOGIA	
Variazioni climatiche a Firenze nel periodo 1812-2014	9
<i>Emilio Borchì, Renzo Macii</i>	
Ubicazione e caratteristiche della Stazione meteorologica	13
Tavole delle misure e dei rilevamenti meteorologici 2014	15
Commento all'andamento meteorologico a Firenze nell'anno 2014	29
<i>Renzo Macii</i>	
Tavole delle misure e dei rilevamenti meteorologici 2015	33
Commento all'andamento meteorologico a Firenze nell'anno 2015	47
<i>Renzo Macii</i>	
Development and characterization of miniaturized solid-state devices for environmental monitoring	53
<i>Mara Bruzzi, Emilio Borchì, Renzo Macii</i>	
Methane and Carbon Dioxide fluxes and source partitioning in urban areas: the case study of Florence, Italy	59
<i>Beniamino Gioli, Piero Toscano, Emanuele Lugato, Alessandro Matese, Francesco Miglietta, Alessandro Zaldei, Francesco P. Vaccari</i>	
SISMOLOGIA	
Osservatorio Ximeniano – Attività della Sezione di Sismologia 2014-2015	75
<i>Graziano Ferrari</i>	
La Stazione sismica FIR	83
<i>A. Delladio, C. Marcocci, A. Amato, L. Margheriti</i>	
CARTOGRAFIA	
Proposte di attività per la Sezione di Cartografia	91
<i>Andrea Cantile</i>	
RADIOTECNICA	
Frequency domain techniques for antenna analysis	95
<i>(Tecniche numeriche nel dominio della frequenza per l'analisi di antenne)</i> <i>Angelo Freni</i>	
L'Osservatorio Ximeniano, ovvero l'Istituzione che lavora per i posteri	99
<i>Mario Calamia, Angelo Freni</i>	

ARCHIVIO

Intervento di riodinamento dell'archivio della Fondazione Osservatorio Ximeniano	103
<i>Aubrey Westinghouse</i>	

MUSEO

Il restauro dell'Equatoriale fotografico "Alfani"	107
<i>Renzo Macii</i>	
Il restauro del Cercatore di comete di Fraunhofer	111
<i>Lawrence Westinghouse</i>	
Gli Equatoriali dell'Osservatorio Ximeniano	113
<i>Emilio Borchì, Mario Calamia, Renzo Macii</i>	
150 anni dalla morte di P. Eugenio Barsanti: l'ultimo motore alla vigilia di Firenze Capitale	121
<i>Emilio Borchì</i>	

PUBBLICAZIONI E NOTIZIARIO	123
----------------------------------	-----

Presentazione

Per una Istituzione scientifica quale l'Osservatorio Ximeniano, l'Annuario rappresenta lo strumento per fare conoscere, *annualmente*, le attività svolte. Da alcuni anni non era stato pubblicato per cui si è pensato di riunire gli ultimi due anni, 2014 e 2015, con alcune notizie aggiuntive allo scopo di collegare questa edizione alle precedenti.

Nel 2004 l'Osservatorio Ximeniano diventò una Fondazione, Fondazione Osservatorio Ximeniano *onlus*, (FOX) il cui Presidente era per statuto il Padre Provinciale della Provincia Toscana degli Scolopi.

Nel 2014 la Fondazione ha modificato il proprio statuto eliminando questo vincolo e la Congregazione degli Scolopi ha voluto affidarmi la Presidenza di questa prestigiosa Istituzione.

Questo Annuario, descrive, pertanto, le attività dei due anni precedenti, 2014 e 2015, e fornisce anche una serie di notizie sulla sua nuova organizzazione.

Oltre alle Sezioni storiche (Cartografia, Meteorologia e Sismologia), dopo l'importante lavoro di recupero del laboratorio di Padre Alfani nel settore della Radiotecnica è stata creata una sezione ad hoc e si è aggiunta quella specifica dell'Archivio e delle Biblioteche, tenuto conto dell'importante patrimonio posseduto; è attivo un servizio di segreteria tutte le mattine dei giorni feriali.

La struttura dell'Annuario resta simile al passato e ha lo scopo di tenere aggiornati coloro che si interessano alla vita dell'Osservatorio sui vari avvenimenti ed eventi che lo riguardano.

In tempi più recenti, abbiamo attivato anche altri strumenti per farci meglio conoscere, adeguando gli strumenti informativi. È operativo un sito web <http://www.ximeniano-firenze.it>, costantemente aggiornato e aperto una pagina Facebook in modo da raggiungere il più alto numero di persone interessate.

È stata anche costituita l'Associazione Amici dello Ximeniano che ha lo scopo di rendere partecipi in modo fattivo, mediante il pagamento di una piccola quota di iscrizione, gli ex-allievi degli Solopi e più in generale le persone che hanno a cuore il patrimonio storico-culturale di Firenze e delle sue Istituzioni più significative.

Vi auguro una buona lettura e spero che il lungo rapporto storico tra l'Osservatorio e i suoi amici ed estimatori si rafforzi ulteriormente e che quanto prima possiate partecipare a qualcuno degli eventi che andremo a organizzare.

Firenze, aprile 2016

Mario Calamia

Presidente Fondazione Osservatorio Ximeniano

Meteorologia



VARIAZIONI CLIMATICHE A FIRENZE NEL PERIODO 1812-2014

EMILIO BORCHI (*) - RENZO MACII (**)

(*) *Direttore della Fondazione Osservatorio Ximeniano, Firenze.*

(**) *Responsabile della Sezione di Meteorologia della Fondazione Osservatorio Ximeniano, Firenze.*

Allo scopo di descrivere il clima a Firenze a partire dal 1812, anno in cui l'Osservatorio Ximeniano per merito del suo direttore P. Giovanni Inghirami ha iniziato una sistematica "attività" in meteorologia, abbiamo analizzato i dati meteorologici che sono conservati nell'Archivio della Fondazione Osservatorio Ximeniano della città. Si tratta di dati omogenei in quanto gli strumenti adoperati per la loro registrazione sono sempre rimasti nello stesso luogo e alla stessa quota, sulla sommità dell'edificio dell'Osservatorio, a circa 75 m s.l.m. e a 32,70 m dal suolo stradale.

Questi dati sono stati oggetto di alcune pubblicazioni da parte dei direttori dell'Osservatorio: *Un secolo di osservazioni meteoriche*, del P. Guido Alfani (1920), abbraccia il periodo 1813-1918; *Cinquant'anni di osservazioni meteoriche*, del P. Dino Bravieri (1976), riguarda il periodo 1919-1970; *Trent'anni di osservazioni meteoriche*, pubblicato nel 2005 dalla Fondazione Osservatorio Ximeniano, riguarda il periodo 1971-2003 e, infine, *Dieci anni di osservazioni meteorologiche a Firenze*, di Emilio Borchi e Renzo Macii (2015) abbraccia il periodo 2003-2013.

Complessivamente si tratta di una serie di osservazioni meteorologiche che copre più di duecento anni di "attività meteorologica" dell'Osservatorio.

Per un'analisi del clima della città in questo periodo si è reso necessario "digitalizzare" tutta l'enorme quantità di dati presenti nelle suddette pubblicazioni (gli Autori. ringraziano Lawrence Westinghouse per la collaborazione nella elaborazione dei dati).

A) LA TEMPERATURA

Per quanto riguarda il confronto tra dati della temperatura media nei vari anni abbiamo dovuto considerare che, antecedentemente al 2004, le letture degli strumenti venivano fatte manualmente alle ore 8, 14 e 19, mentre dopo il 2004 i dati venivano memorizzati in un PC ogni 30 minuti.

Quindi il calcolo della media giornaliera prima del 2004 veniva fatto su tre valori mentre dopo tale anno su 48 valori. Ovviamente le due medie non possono coincidere soprattutto in presenza di giornate o addirittura stagioni con discreta escursione termica come mostra il grafico di Fig. 1 per il periodo 2004-2014

Per rendere tutti i dati omogenei al fine di un corretto confronto, per il periodo 2004-2014 siamo ricorsi ai valori della temperatura media relativa alle stesse ore di quelli presi manualmente nel periodo 1812-2004; abbiamo anche dovuto tenere presente l'entrata in vigore dell'ora legale.

Nel grafico di Fig. 2 è riportato l'andamento del valore della temperatura media per ciascun anno, avendo apportato ai valori le correzioni alle quali abbiamo accennato.

Nei grafici di Fig. 3 è riportato l'andamento della temperatura massima e minima nei vari anni

Anche la linea di tendenza associata al grafico della temperatura massima mostra un aumento di questo parametro nel corso degli anni.

B) LA PIOGGIA

Per una caratterizzazione climatica del nostro Paese, la dorsale degli Appennini riveste una

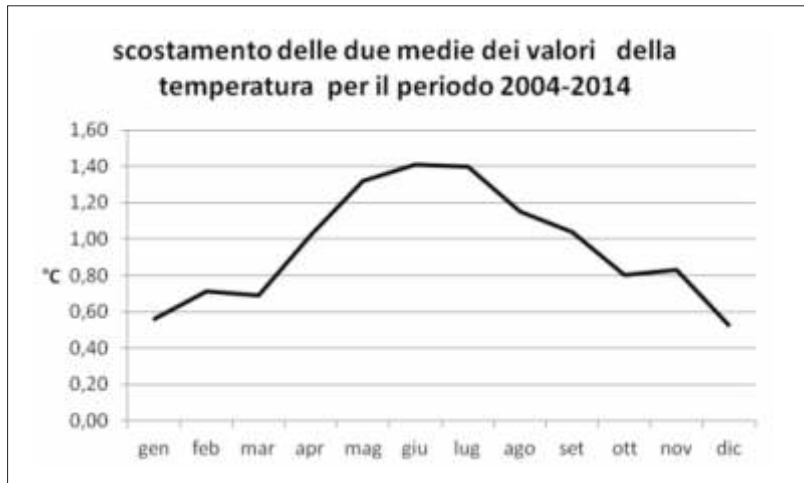


Fig. 1 – Scostamento tra le medie dei delle temperatura eseguite su 3 valori e su 48 valori per il periodo 2004-2014. La media su 3 dati presenta un valore più elevato soprattutto nei mesi estivi.

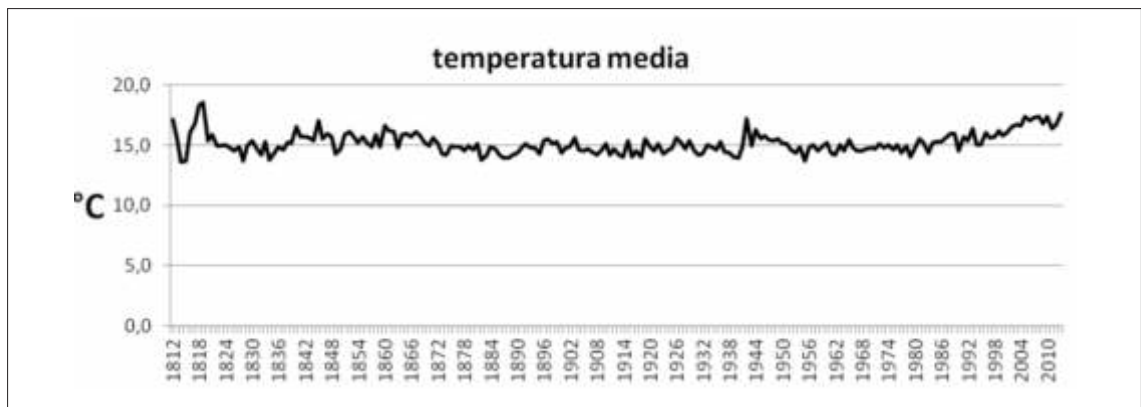


Fig. 2 – Andamento della temperatura media nel periodo 1812-2014.

importanza fondamentale. Questa, dal punto di vista climatico, divide l'Italia in due versanti: il versante tirrenico e quello adriatico.

Il versante tirrenico è più piovoso di quello adriatico proprio per la presenza degli Appennini e la prevalenza delle correnti di aria che provengono dall'Occidente.

In genere in Italia cadono dai 100 ai 3000 mm di pioggia ogni anno; le regioni più piovose sono il Friuli-Venezia Giulia, la Liguria e la Campania.

Le precipitazioni possiedono una discreta va-

riabilità nel corso dell'anno sia nel nostro paese che nelle altre nazioni. Una curiosità: nel nostro paese il giorno della settimana più piovoso è la domenica!

Nel grafico di Fig. 4 è rappresentato l'andamento delle precipitazioni annuali limitatamente al periodo 1821-2014 in quanto mancano o sono incompleti i dati di pioggia dal 1812 al 1821.

Nel grafico successivo di Fig. 5 è riportato l'andamento delle precipitazioni per ciascun mese dell'anno nel periodo 1821-2014.

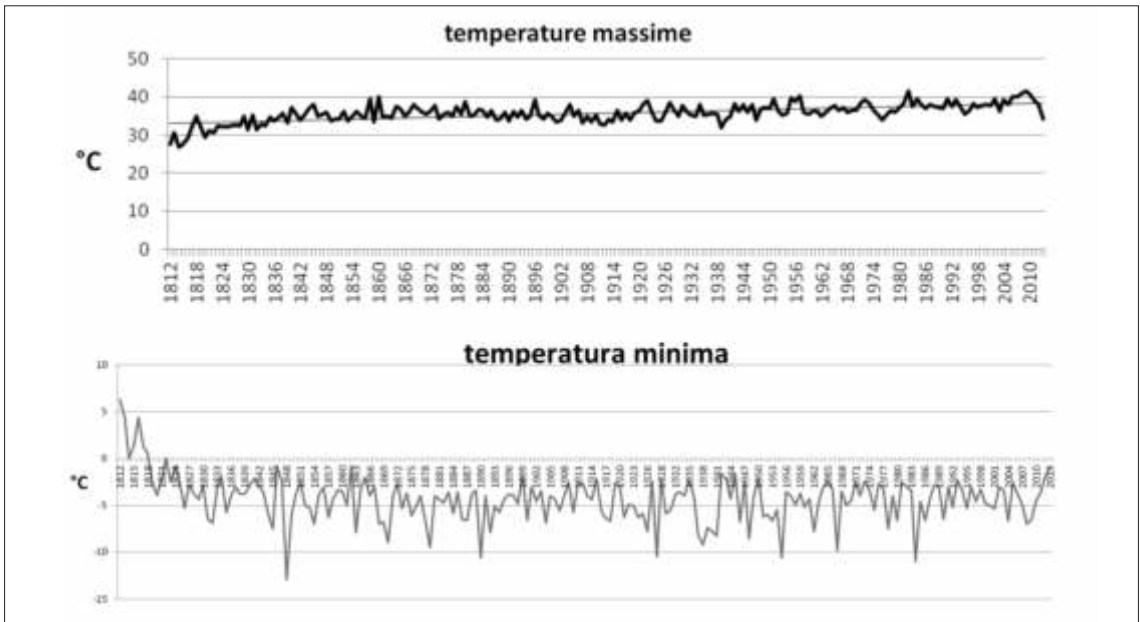


Fig. 3 – Andamento della temperatura massima (in alto) e minima (in basso) nel periodo 1812-2014.

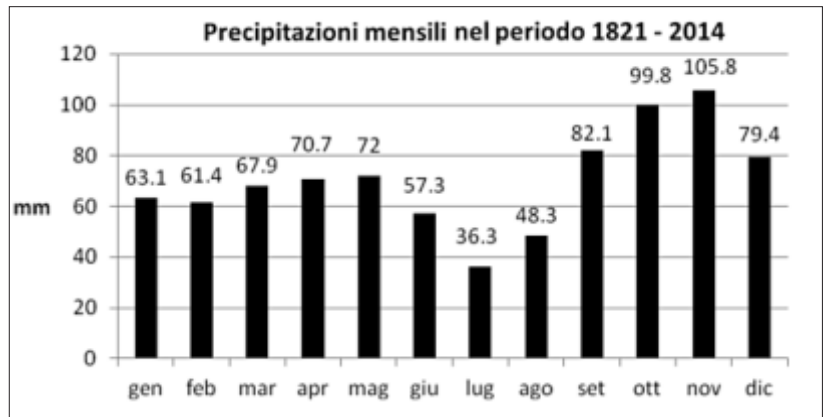


Fig. 4 – Andamento delle precipitazioni annuali nel periodo 1821-2014.



Fig. 5 – Distribuzione media mensile delle precipitazioni nel periodo 1821-2014.

UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DELLA STAZIONE METEOROLOGICA

Coordinate geografiche:

latitudine Nord	43° 46' 30"
longitudine Est	11° 25' 30" dal meridiano di Greenwich
longitudine Ovest	1° 25' 40" da Roma Monte Mario

Altitudine sul livello del mare

Stazione meteorologica	75,00 m
Altezza terrazzo meteorologico dal livello della strada	23,50 m
Altezza anemografi dal livello della strada	32,70 m
Altezza imbuti pluviometrici dal livello della strada	26,50 m

Ubicazione dell'Osservatorio

L'Osservatorio si trova nel centro della città, all'ultimo piano di un edificio casa-torre con ingresso in Borgo San Lorenzo, 26; le apparecchiature e le strumentazioni si trovano all'ultimo piano dell'edificio in cui ha sede l'Osservatorio, a 25 m sul livello della strada, ripartite fra la terrazza meteorologica, gli ambienti chiusi che la circondano e i terrazzini rialzati a livello del tetto.

Strumenti in uso nella stazione meteorologica dell'Osservatorio Ximeniano

- Pluviometro SIAP t027 TP200
- Sensore di temperatura e umidità Vaisala HMP155
- Sensore di pressione barometrica Setra 278
- Sensore di direzione e intensità del vento 03002-L wind sentry
- Sensore di radiazione solare globale Kipp Zonen CMP3-L
- Sistema di acquisizione dati Campbell CR1000
- Software di raccolta e gestione dati Logghernet Campbell

Nell'Osservatorio è in funzione una stazione automatica IBIMET con sensori per la misura dei flussi di CO₂ e di metano.

A partire dal dicembre 2005 è in funzione una stazione automatica CPE-Firenze, di proprietà dell'Osservatorio; la stazione è dotata anche di sensori per l'UV.

Tavole delle misure
e dei rilevamenti meteorologici
2014

LEGENDA

Nelle tabelle i simboli riportati rappresentano:

- g** giorno del mese
- s** giorno della settimana
- n** giorno dell'anno a partire dal 1° gennaio
- T.media** temperatura media dell'intero giorno in °C
- T.max** temperatura massima dell'intero giorno in °C
- T. min.** temperatura minima dell'intero giorno in °C
- Esc.** escursione della temperatura ovvero la differenza tra il suo valore massimo e quello minimo
- Rh** umidità relativa dell'aria in %
- V.media** velocità media del vento in m/s, dell'intero giorno
- V.max.** velocità massima del vento in m/s, dell'intero giorno
- Dir. media** direzione media della velocità (media) del vento in gradi sessagesimali a partire dal Nord, con rotazione oraria.

Riportiamo qui di seguito una tabella dove sono riportate le principali direzioni dei venti espresse sia con la vecchia nomenclatura che fa riferimento alla rosa dei venti che in gradi sessagesimali.

N	Nord	0°
NNE	Nord-Nord-Est	22,5°
NE	Nord-Est	45°
ENE	Est-Nord-Est	67,5°
E	Est	90°
ESE	Est-Sud-Est	112,5°
SE	Sud-Est	135°
SSE	Sud-Sud-Est	157,5°
S	Sud	180°
SSW	Sud-Sud-Ovest	202,5°
SW	Sud-Ovest	225°
WSW	Ovest-Sud-Ovest	247,5°
W	Ovest	270°
WNW	Ovest-Nord-Ovest	292,5°
NW	Nord-Ovest	315°
NNW	Nord-Nord-Ovest	337,5°

Pioggia La pioggia cumulata nell'intera giornata; il valore è dato in mm e si riferisce alla pioggia caduta sopra una superficie di 1 m²

GENNAIO 2014

Giorno			Temperatura dell'aria				Umidità	Vento			Pioggia
g	s	u	Media (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Esc. (°C)	Rh. (%)	V. media (m/s)	V. max. (m/s)	Dir. media (gradi)	(mm)
1	m	1	5,4	10,4	1,1	9,3	70,1	1,3	3,0	182	0
2	g	2	6,5	8,4	4	4,4	81,4	1,2	3,7	203	1,8
3	v	3	10,3	12	8,1	3,9	95,9	0,6	1,7	222	1,8
4	s	4	13,9	15,9	11,8	4,1	78,3	1,7	3,5	153	0,6
5	d	5	12,8	16	8,7	7,3	67,9	2,5	5,5	137	4,6
6	l	6	8,2	14,1	4,2	9,9	74,9	1,4	3,5	164	0
7	m	7	8,1	13,5	4,9	8,6	83,1	1,3	2,7	168	0,2
8	m	8	8,2	11,2	4,8	6,4	84,2	1,3	3,3	160	0
9	g	9	9,7	12,6	7,5	5,1	76,8	1,9	3,2	152	0
10	v	10	10,6	12,9	7,6	5,3	79,8	1,3	2,8	134	0
11	s	11	12,4	15	10,1	4,9	75,2	0,5	2,2	189	0
12	d	12	9,3	14,4	6,1	8,3	84,1	1,8	3,2	164	0
13	l	13	6,6	9	4,1	4,9	89,7	1,4	3,2	209	0,2
14	m	14	10,5	12,1	8,9	3,2	79,1	2,1	3,7	21	10,4
15	m	15	9,6	13	7,2	5,8	81,8	1,3	2,5	21	6
16	g	16	7,9	11,2	4,8	6,4	83,4	1,4	3,6	18	0,2
17	v	17	12,3	13,8	11,1	2,7	77,2	1,7	3,1	164	24,2
18	s	18	13,7	15,5	11,9	3,6	72,7	2,1	3,4	137	1,2
19	d	19	13,1	16,6	10,6	6	77,5	1,2	3,3	193	14
20	l	20	12	15	10,8	4,2	73,5	1,9	4,7	113	4
21	m	21	11	12,6	9,8	2,8	71,4	1,3	2,8	154	0,4
22	m	22	10,6	12,2	7,5	4,7	76,3	1,4	2,7	194	0
23	g	23	7,6	10,8	4,8	6	83,9	1,0	2,7	209	6,2
24	v	24	8	10,1	6,8	3,3	71,5	2,5	4,9	85	10,6
25	s	25	8,3	11,6	4,2	7,4	47,9	2,6	4,8	63	0
26	d	26	6,3	12,6	1,7	10,9	51,8	2,2	6,8	137	0
27	l	27	4,9	6,6	2,8	3,8	69,6	2,1	4,9	143	10,6
28	m	28	5,7	7,4	3,7	3,7	60,5	2,2	3,9	93	0
29	m	29	4,4	9,5	0,3	9,2	71,8	1,9	3,9	152	2,2
30	g	30	8,8	11,3	5,7	5,6	89	2,1	5,3	165	42,4
31	v	31	10,9	11,4	9,5	1,9	90	0,7	4,5	171	14

FEBBRAIO 2014

Giorno			Temperatura dell'aria				Umidità	Vento			Pioggia
g	s	u	Media (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Esc. (°C)	Rh. (%)	V. media (m/s)	V. max. (m/s)	Dir. media (gradi)	(mm)
1	s	32	12,1	15,6	10	5,6	76,4	2,0	4,6	137	2,2
2	d	33	10,1	11,5	8,7	2,8	81,2	1,1	2,8	128	2
3	l	34	11,8	15	9,3	5,7	70,3	1,8	4,0	20	1,2
4	m	35	10,8	12,4	9,9	2,5	88,5	0,9	2,0	177	7,6
5	m	36	10,1	12,3	8,6	3,7	73,3	1,7	3,2	137	7,4
6	g	37	10	13,3	7,7	5,6	68	1,8	4,4	133	2,4
7	v	38	9,9	15	5,7	9,3	73,2	2,2	5,4	173	11,2
8	s	39	11,9	13,8	9,5	4,3	67,1	2,5	4,7	220	0,2
9	d	40	11,9	13,5	9,9	3,6	63,3	3,4	7,9	216	2,2
10	l	41	10,5	13,3	8,9	4,4	74,1	3,0	6,7	155	36
11	m	42	11,1	12,4	9,7	2,7	79,9	1,5	3,4	167	7,4
12	m	43	9,9	13,7	7,5	6,2	71,4	1,1	2,3	161	0
13	g	44	10,4	14,6	6,3	8,3	70	2,4	5,8	181	0
14	v	45	12,8	16,4	9,9	6,5	62,6	1,7	4,1	232	1
15	s	46	12,1	16,9	8,5	8,4	68,5	1,0	2,3	222	0
16	d	47	15,5	18,3	13,4	4,9	65,3	1,4	4,0	215	0
17	l	48	14	15,5	12,4	3,1	63,9	2,1	4,6	209	0
18	m	49	13,9	19,3	9	10,3	59,8	1,5	4,1	150	0
19	m	50	13,5	18,3	11,6	6,7	66,7	1,5	6,2	180	9,2
20	g	51	11,5	12,7	10,7	2	81	1,5	3,3	94	24,4
21	v	52	11,4	15	8,1	6,9	75,5	1,4	2,9	211	1,6
22	s	53	10,1	13,8	6,5	7,3	77,7	1,7	5,3	158	12,6
23	d	54	8,7	14	3,9	10,1	63,1	2,0	4,2	113	0,2
24	l	55	9,5	15,2	4,1	11,1	52,8	1,9	3,9	94	0
25	m	56	9,2	15,3	3,2	12,1	60,2	1,7	3,1	202	0
26	m	57	9	11,5	6,9	4,6	77,4	2,1	3,7	144	14,8
27	g	58	8,5	12,4	5,7	6,7	77,3	1,6	2,9	194	1,2
28	v	59	8,3	10,6	6,5	4,1	79,8	1,5	2,4	157	1,2

MARZO 2014

Giorno			Temperatura dell'aria				Umidità	Vento			Pioggia
g	s	u	Media (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Esc. (°C)	Rh. (%)	V. media (m/s)	V. max. (m/s)	Dir. media (gradi)	(mm)
1	s	60	9	10,7	8	2,7	71,6	2,4	5,7	134	4,2
2	d	61	9,3	14	4	10	61,7	1,6	4,2	150	0
3	l	62	8,7	12,3	3,6	8,7	66,S	1,5	3,0	158	0
4	m	63	9,5	11,5	7,9	3,6	64,8	3,3	8,0	87	3,6
5	m	64	10,9	13,4	8,5	4,9	55,6	2,4	4,1	57	0
6	g	65	11,9	14,2	7,9	6,3	48	2,4	7,0	97	0
7	v	66	14,2	17,8	11,2	6,6	27,S	3,1	6,3	58	0
8	s	67	13,3	15,3	11,5	3,8	38	3,3	7,4	85	0
9	d	68	13,2	16,7	10,1	6,6	36,8	3,6	5,9	48	0
10	l	69	12,1	13,8	10,7	3,1	42,3	3,0	4,7	66	0
11	m	70	11,7	14,2	9,9	4,3	41,7	3,2	5,0	57	0
12	m	71	12,5	18,8	6	12,8	35,S	2,2	4,2	103	0
13	g	72	12,7	21	4,7	17,3	42	1,8	3,5	184	0
14	v	73	13,3	21,5	5,3	16,2	45,1	1,5	3,4	185	0
15	s	74	11,7	17,9	5,3	12,6	56,3	2,1	4,6	201	0
16	d	75	12,7	19,6	6,8	12,8	62,2	1,7	3,8	199	0
17	l	76	14	20,2	10	10,2	69	1,2	2,8	195	0
18	m	77	14,2	20,2	9,6	10,6	64	2,3	4,2	206	0
19	m	78	14,7	18,7	11,7	7	65,2	1,2	2,7	201	0
20	g	79	15,4	20,3	8,2	16,1	61,S	1,5	4,0	181	0
21	v	80	15	20	10,1	9,9	67	1,9	3,7	216	0
22	s	81	14,4	16,6	12,4	4,2	69,3	1,9	4,3	218	1
23	d	82	12,1	15	7,7	7,3	69,1	2,7	6,2	220	17,2
24	l	83	8,4	11,6	6	5,6	64,2	1,9	4,2	135	3,8
25	m	84	8,7	13,8	3,5	10,3	60,4	2,0	3,5	153	0
26	m	85	11,1	13,8	8,3	5,5	52,9	2,9	5,1	93	0,4
27	g	86	12	13,8	10,7	3,1	54,S	4,4	7,2	63	0
28	v	87	14,5	18,7	10,8	7,9	46	2,3	4,2	73	0
29	s	88	14,8	22,1	7	15,1	46,8	2,1	4,5	123	0
30	d	89	15,2	21,9	8,5	13,4	47,S	2,0	4,4	206	0
31	l	90	14	20,2	7,8	12,4	54,2	2,1	4,6	214	0

APRILE 2014

Giorno			Temperatura dell'aria				Umidità	Vento			Pioggia
g	s	u	Media (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Esc. (°C)	Rh. (%)	V. media (m/s)	V. max. (m/s)	Dir. media (gradi)	(mm)
1	m	91	13,6	17,8	9,7	8,1	62,1	2,7	5,3	204	0
2	m	92	13,7	19,3	7,7	11,6	64,4	1,5	3,3	171	0
3	g	93	15,6	20,4	9,9	10,5	53,1	1,2	2,5	157	0
4	v	94	14,9	16,1	12,5	3,6	65,3	2,3	5,4	125	4
5	s	95	14,2	18,2	11,3	6,9	70,2	2,1	5,0	136	4
6	d	96	16,9	21,6	12,5	9,1	54,6	2,3	5,3	77	0
7	l	97	17,9	22,3	10,6	14,9	51,4	1,6	2,9	203	0
8	m	98	15,6	20,8	10,8	10	62,6	2,2	4,9	217	0
9	m	99	16,8	21,1	13,7	7,4	58,5	1,8	4,5	130	0,2
10	g	100	15,1	21,3	8,9	12,4	51,6	2,4	5,3	210	0
11	v	101	16,1	21,5	11,7	9,8	59,8	1,9	4,2	227	0
12	s	102	15,4	21,1	9,5	11,6	62	1,9	3,9	224	0
13	d	103	15,7	19,8	12,2	7,6	65,8	1,4	4,3	176	1
14	l	104	15	21,8	8,3	13,5	67,8	2,9	6,0	210	0
15	m	105	15,2	17,6	11,6	6	47,1	3,1	7,2	125	0
16	m	106	12,5	15,9	8,3	7,6	33,1	3,2	5,8	65	0
17	g	107	12	18,2	4,7	13,5	34,3	2,6	4,8	109	0
18	v	108	12,4	18,5	5,2	13,3	49,9	2,3	5,6	196	0
19	s	109	13,0	14,8	11,6	3,2	65,2	3,0	5,4	117	5,6
20	d	110	14,2	20,5	7,5	13	60,4	1,5	3,0	179	0,2
21	l	111	15,9	19,8	12,1	7,7	55,8	1,5	2,7	193	0
22	m	112	16,8	21,7	12,5	9,2	62,9	1,1	2,4	182	0
23	m	113	18,5	23,5	12,5	11	53,2	2,4	5,8	93	0
24	g	114	17,5	23,2	12	23,2	63,7	1,8	5,3	215	0
25	v	115	16,6	24,3	11,5	12,8	69,8	1,6	3,7	166	0
26	s	116	17,1	23,2	11,8	11,4	68,2	2,0	3,8	215	0
27	d	117	15,2	17,1	13,6	3,5	71,7	1,5	3,8	246	1,6
28	l	118	13,4	14,6	12,1	2,5	82,3	1,2	2,9	225	5,8
29	m	119	14,7	18,7	11,4	7,3	71,9	1,7	3,3	208	1
30	m	120	15,2	19,8	12,3	7,5	69,6	2,0	4,3	190	0

MAGGIO 2014

Giorno			Temperatura dell'aria				Umidità	Vento			Pioggia
g	s	u	Media (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Esc. (°C)	Rh. (%)	V. media (m/s)	V. max. (m/s)	Dir. media (gradi)	(mm)
1	g	121	15,4	20,3	10,8	9,5	69,6	1,4	3,6	230	0
2	v	122	14,5	18,4	12,2	6,2	76,2	1,5	2,6	171	12,8
3	s	123	14,4	17,9	11,3	6,6	71,6	2,0	5,8	97	5,8
4	d	124	16,1	20,3	12,4	7,9	45,1	3,0	6,0	94	0
5	l	125	15,9	22,4	7,7	14,7	46,2	2,1	3,9	213	0
6	m	126	16,6	22,8	9,8	13	50,9	2,5	5,0	200	0
7	m	127	16,2	21,3	10,7	10,6	55,4	2,2	4,8	200	0
8	g	128	18,3	24,9	11,3	13,6	56,3	1,6	4,1	210	1,2
9	v	129	18,6	25,2	11,8	13,4	54	2,2	4,9	214	0,2
10	s	130	19	25,1	11,5	13,6	53,6	2,1	4,6	214	0
11	d	131	19,4	23	15,9	7,1	56,1	2,8	5,9	241	0
12	l	132	17,9	21,8	14,5	7,3	53,5	2,3	6,3	238	0
13	m	133	15,5	21	11,6	9,4	51,8	3,5	7,9	160	0
14	m	134	17,5	22,7	12,6	10,1	34,7	2,4	4,9	190	0
15	g	135	16,8	21,9	9	12,9	16,8	2,5	5,3	95	0
16	v	136	17,3	23,5	11,4	12,1	35	2,1	4,0	184	0
17	s	137	17,8	22,2	12,1	10,1	42,5	2,1	4,8	200	0
18	d	138	17,4	23,2	10,7	12,5	49,3	2,0	3,6	199	0
19	l	139	17,6	22,2	11,9	10,3	40,5	1,6	3,3	177	0
20	m	140	20,3	25,3	14,8	10,5	44,5	1,7	3,9	200	0
21	m	141	21,6	28	13,8	14,8	51,6	1,9	4,2	190	0
22	g	142	22,5	28,1	15,5	13,4	51,9	1,9	4,3	196	0
23	v	143	19,6	22,4	16,3	6,1	62,8	1,8	3,8	210	4,6
24	s	144	19,1	24,5	13,7	10,8	53,7	2,2	4,3	213	0
25	d	145	19,9	28,1	11,2	16,9	51	1,7	3,2	138	2,6
26	l	146	19,6	23,8	15,4	8,4	55,1	2,5	5,6	218	1
27	m	147	17,2	19,9	15,3	4,6	61,5	3,5	6,1	247	0,2
28	m	148	18,4	21,8	15,9	5,9	52,2	3,2	6,2	243	0
29	g	149	17,4	22,6	11,6	11	57,5	2,5	5,1	226	0
30	v	150	17,8	23,8	14,7	9,1	63,4	1,3	3,2	182	1,4
31	s	151	17,8	22,6	15,7	6,9	46,2	3,1	5,6	73	2,2

GIUGNO 2014

Giorno			Temperatura dell'aria				Umidità	Vento			Pioggia
g	s	u	Media (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Esc. (°C)	Rh. (%)	V. media (m/s)	V. max. (m/s)	Dir. media (gradi)	(mm)
1	d	152	19,1	24,9	11	13,9	37,9	1,9	3,9	166	0
2	l	153	20	27	11,6	15,4	40,7	1,8	3,9	160	0
3	m	154	21,1	26,3	16,1	10,2	43,S	1,7	4,3	174	0
4	m	155	19,8	25,2	14,4	10,8	54,9	2,7	6,2	222	0
5	g	156	21,S	26,5	15,9	10,6	47,7	2,7	5,2	224	0
6	v	157	22,7	30,1	14,1	16	44,3	1,8	3,8	217	0
7	s	158	24,9	32,1	16,9	15,2	44	1,8	4,8	219	0
8	d	159	27,2	35,1	18,1	17	39,2	1,7	3,6	161	0
9	l	160	27,6	34,2	19	15,2	36,8	2,7	5,3	105	0
10	m	161	27,6	34,6	18,7	15,9	35,4	2,3	5,8	105	0
11	m	162	28,3	35,4	20,7	14,7	39,2	2,1	5,4	213	0
12	g	163	26,3	34,3	19,8	14,5	45,7	1,6	3,1	188	8,2
13	v	164	25	33	20,4	12,6	55,7	2,2	7,2	176	10
14	s	165	24,2	30,2	20,3	9,9	57,2	2,3	5,8	132	2
15	d	166	21,6	23,4	18,9	4,5	46,6	3,4	5,0	70	0,4
16	l	167	19,3	22,3	16,3	6	57,2	4,0	7,3	60	3,2
17	m	168	20,8	24,1	18,2	5,9	46,4	3,7	5,7	50	0
18	m	169	21,8	25,4	17,9	7,5	40,7	3,3	6,9	51	0
19	g	170	22,1	27,7	15,2	12,5	44	2,4	4,6	173	0
20	v	171	21,8	26,1	16,8	9,3	56	2,7	5,8	212	0
21	s	172	22,8	28,5	15,7	12,8	50,1	2,4	4,3	216	0
22	d	173	23,7	29,7	16,7	13	48,6	2,2	5,0	210	0
23	l	174	25,1	30,9	18,8	12,1	45,7	2,0	4,9	215	0
24	m	175	25,8	31,3	19,8	11,5	37,9	2,1	4,1	205	0
25	m	176	23,9	27,4	21,5	5,9	59,9	3,1	7,0	238	1,2
26	g	177	21,9	25,5	19,9	5,6	64,5	1,6	6,2	186	3,2
27	v	178	22,9	28,6	17,3	11,3	59,6	2,3	4,6	224	0
28	s	179	24,3	28,5	20	8,5	51,2	2,2	4,8	249	0
29	d	180	23,9	30	16,9	13,1	49,7	2,8	5,6	211	32,2
30	l	181	21,9	26,7	17,1	9,6	63,4	2,2	5,6	208	2,4

LUGLIO 2014

Giorno			Temperatura dell'aria				Umidità	Vento			Pioggia
g	s	u	Media (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Esc. (°C)	Rh. (%)	V. media (m/s)	V. max. (m/s)	Dir. media (gradi)	(mm)
1	m	182	23	27,7	17,2	10,5	52,1	2,0	3,4	227	0
2	m	183	24,2	29,5	18,1	11,4	48,2	2,1	4,9	227	0
3	g	184	25,5	31	19	12	50,2	2,0	3,8	110	0
4	v	185	27,1	33,4	21,6	11,8	42,1	2,1	4,9	158	0
5	s	186	24,7	27,8	22,1	5,7	52,7	2,6	5,1	253	0
6	d	187	24,7	29,9	19,7	10,2	54,8	2,2	4,7	219	0
7	l	188	25,4	31	19,4	11,6	48,4	2,1	4,5	186	2,2
8	m	189	21,3	24,1	19,4	4,7	65,6	3,0	6,9	215	14,6
9	m	190	21,2	24	15,7	8,3	55,7	3,1	6,8	254	0,2
10	g	191	18,2	23,2	14,9	8,3	18,2	2,2	4,8	190	6,4
11	v	192	20,6	25,7	14,6	11,1	60,5	2,4	4,9	215	0
12	s	193	21,6	28,9	16,3	12,6	59,9	2,0	4,5	188	0,2
13	d	194	22,2	26,5	18,8	7,7	63,2	2,1	5,4	238	0,4
14	l	195	21,8	24,9	19,1	5,8	61,6	1,9	3,8	233	2,4
15	m	196	24	29,3	17,6	11,7	52,9	2,4	4,8	113	0
16	m	197	26,3	31,6	18,9	12,7	44	2,5	5,1	99	0
17	g	198	27	32,8	19,6	13,2	43,1	2,4	4,2	143	0
18	v	199	27,1	33	21,1	11,9	27,1	2,1	4,2	225	0
19	s	200	27,8	34,2	20,1	14,1	43,3	1,8	3,8	238	0
20	d	201	27,2	33,1	20,9	12,2	45	2,1	5,6	206	0
21	l	202	21,9	25,7	17,9	7,8	65,5	1,8	4,8	173	24,8
22	m	203	24	28,6	19,1	9,5	53,4	1,9	3,2	102	0,4
23	m	204	25,7	29,7	21,1	8,6	47,5	2,3	5,2	85	0
24	g	205	23	26,4	19,4	7	61,7	1,7	3,8	208	4,6
25	v	206	25	29,3	20,6	8,7	60,8	1,6	3,7	226	0
26	s	207	23,6	28,8	20,5	8,3	67,1	1,3	3,4	181	10,4
27	d	208	23,8	27,9	20,2	7,7	61,6	2,4	5,3	80	0
28	l	209	24,3	29,7	18,8	10,9	58	2,3	5,0	222	0
29	m	210	22,2	24,2	19,7	4,5	66,4	1,8	4,4	193	7
30	m	211	19,7	23,1	16,7	6,4	75,7	1,6	3,3	202	13,2
31	g	212	23,2	28,8	18,9	9,9	64,5	1,6	3,6	224	0

AGOSTO 2014

Giorno			Temperatura dell'aria				Umidità	Vento			Pioggia
g	s	u	Media (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Esc. (°C)	Rh. (%)	V. media (m/s)	V. max. (m/s)	Dir. media (gradi)	(mm)
1	v	213	24,3	29,6	20,6	9	66,4	1,6	4,2	238	0
2	s	214	25,4	29,8	21,2	8,6	57,5	1,6	3,6	232	0
3	d	215	23,1	28,2	19,9	8,3	70,6	1,7	5,3	174	47,4
4	l	216	23,8	28,9	19,7	9,2	69,1	1,8	4,8	224	0
5	m	217	22,8	29,6	20,1	9,5	72,2	1,4	4,3	181	17
6	m	218	24	29,9	18,1	11,8	59,9	1,5	3,4	140	0,2
7	g	219	24,6	31	17,6	13,4	50,7	1,8	3,4	228	0
8	v	220	25,5	31,3	18,8	12,5	50,8	1,9	3,6	228	0
9	s	221	25,4	30,4	19,4	11	54,9	2,1	3,7	225	0
10	d	222	26,8	32,1	20,8	11,3	56,1	1,6	2,9	231	0
11	l	223	25,9	30,8	19,7	11,1	55,5	2,0	4,3	232	0
12	m	224	26,8	31,7	22,3	9,4	59,1	2,4	4,0	223	0
13	m	225	26,3	31,2	22,3	8,9	63	2,8	6,9	225	5,8
14	g	226	23	25,1	20,4	4,7	57,4	3,3	6,1	246	0
15	v	227	21,8	25,3	18,7	6,6	56,7	2,8	6,7	211	0
16	s	228	20,8	24,5	17,3	7,2	55,9	2,4	7,1	133	0
17	d	229	21,8	27,6	15	12,6	42,8	1,8	4,0	194	0
18	l	230	20,8	26,2	13,6	12,6	51,1	2,3	4,6	211	0
19	m	231	22,8	27,9	17,7	10,2	56,2	1,8	3,3	193	0
20	m	232	23,7	28,6	19	9,6	59,1	2,2	4,5	232	0
21	g	233	23,3	26,8	19,5	7,3	49,2	2,3	4,7	230	0
22	v	234	21	26,3	14,2	12,1	54	2,1	3,9	201	0
23	s	235	21,2	24	18,6	5,4	65,8	1,6	3,1	221	0,4
24	d	236	22	26,2	18,1	8,1	59,7	2,1	4,1	227	0
25	l	237	21,7	26,5	16,2	10,3	58,1	2,0	4,5	220	0
26	m	238	24,5	28,2	19,4	8,8	50,2	2,0	5,0	230	0
27	m	239	24,6	27,9	21,6	6,3	58,1	2,8	6,2	232	0
28	g	240	24,2	29,8	18,4	11,4	55,3	2,7	5,5	99	0
29	v	241	25,4	31,6	18,5	13,1	46,1	1,7	3,2	160	0
30	s	242	24,4	30,2	18,4	11,8	53	2,0	4,0	214	0
31	d	243	24,4	29,3	18,5	10,8	56,3	2,0	3,9	214	0

SETTEMBRE 2014

Giorno			Temperatura dell'aria				Umidità	Vento			Pioggia
g	s	u	Media (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Esc. (°C)	Rh. (%)	V. media (m/s)	V. max. (m/s)	Dir. media (gradi)	(mm)
1	l	244	19,8	22,5	16,6	5,9	55,2	3,3	7,0	100	12,2
2	m	245	20,3	24,1	16	8,1	47,8	2,9	5,9	87	0
3	m	246	20,3	22	18,4	3,6	56,8	2,8	4,6	42	0
4	g	247	21,4	24,5	17,4	7,1	58,8	2,3	4,4	60	0
5	v	248	23,3	26,6	21	5,6	53,9	2,5	4,6	47	0
6	s	249	23,8	28,2	20	8,2	51,4	1,9	4,0	119	0
7	d	250	22,7	28	17,4	10,6	60,2	1,7	2,6	218	0
8	l	251	23,6	28,9	19,4	9,5	62,9	1,6	3,9	229	0
9	m	252	23,8	28,2	20,1	8,1	63,2	1,6	3,3	216	0
10	m	253	20,2	21,9	18,4	3,5	83,1	1,0	2,7	151	24,6
11	g	254	20,4	24,7	17,2	7,5	70,4	1,6	3,0	116	15,6
12	v	255	18,1	22,3	16	6,3	62,1	2,4	4,4	114	2
13	s	256	19	25,5	13,5	12	61,3	1,7	2,8	194	0
14	d	257	20,7	26,6	15,1	11,5	58,6	1,4	2,6	187	0
15	l	258	20,2	25,5	14,5	11	61	1,5	2,7	190	0
16	m	259	21,1	27,4	17	10,4	60,7	1,7	5,2	142	0
17	m	260	21	26,8	15,3	11,5	56,9	2,1	3,2	128	0
18	g	261	22,2	27,6	17,8	9,8	57,2	1,8	3,1	142	0
19	v	262	22,1	25,1	18,1	7	70,6	1,3	6,3	158	19
20	s	263	24,7	29,3	21,5	7,8	67,4	1,8	3,7	222	7,6
21	d	264	22,8	27,1	19,7	7,4	68,6	1,9	4,2	196	0
22	l	265	22,4	26,5	19,2	7,3	66,6	1,8	4,7	212	1,4
23	m	266	19,6	24,2	15,9	8,3	42,7	2,5	4,7	110	0
24	m	267	15,7	20,5	10,1	10,4	53,6	2,3	3,5	131	0
25	g	268	18,4	24,2	14,8	9,4	61,8	1,9	4,1	100	0
26	v	269	19,2	24,8	12,7	12,1	49,1	1,7	3,1	116	0
27	s	270	19,7	27,9	12,4	15,5	53	1,5	2,9	151	0
28	d	271	20,4	27,6	13,6	14	53,8	1,8	4,1	130	0
29	l	272	19,6	26,2	12,9	13,3	54,7	1,7	3,2	187	0
30	m	273	21,9	25,6	14,3	11,3	52,7	1,4	2,9	207	0

OTTOBRE 2014

Giorno			Temperatura dell'aria				Umidità	Vento			Pioggia
g	s	u	Media (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Esc. (°C)	Rh. (%)	V. media (m/s)	V. max. (m/s)	Dir. media (gradi)	(mm)
1	m	274	19,5	21,8	17,8	4	77,4	1,3	3,1	125	5,4
2	g	275	20,7	23,5	18,3	5,2	53,8	3,2	5,2	62	0,2
3	v	276	20,7	24,3	18,4	5,9	47,5	3,6	5,7	51	0
4	s	277	19,5	24	14,7	9,3	50,3	2,4	4,4	84	0
5	d	278	18,6	23,7	12,7	11	53,1	2,2	4,4	96	0
6	l	279	17,8	24,3	12,5	11,8	55,5	1,9	3,2	153	0
7	m	280	17,7	23,9	12	11,9	63,5	1,4	2,9	189	0
8	m	281	21,2	26,6	17,2	9,4	61,1	2,0	4,0	163	0
9	g	282	21,5	26,3	17,2	9,1	61,2	1,7	3,6	144	0
10	v	283	23,6	27,4	20,5	6,9	54,4	1,5	3,4	164	0
11	s	284	22,3	26,9	17,3	9,6	62,5	1,8	4,4	167	10,2
12	d	285	20,7	26,5	16,3	10,2	77	0,8	2,2	200	1
13	l	286	21,7	26,1	18,1	8	75,2	2,0	4,5	170	16
14	m	287	19,7	23,1	17	6,1	19,7	1,6	3,8	145	0,4
15	m	288	20,5	23,8	18	5,8	79,7	1,1	2,7	196	8,2
16	g	289	20,2	22,3	18,8	3,5	80,2	1,3	2,4	185	3,6
17	v	290	22	24,8	19,6	5,2	71,4	2,6	6,4	214	2
18	s	291	21,6	25,2	18,8	6,4	77,1	1,0	2,1	174	0
19	d	292	19,9	26	15,6	10,4	76,6	1,3	2,3	195	0,2
20	l	293	18,2	22,2	15,6	6,6	80,9	1,2	2,4	139	0
21	m	294	19,4	21,9	17,9	4	79,9	1,6	2,5	138	2,2
22	m	295	18	21,1	12,9	8,2	29,2	3,3	6,4	106	1
23	g	296	13,4	20,3	6,9	13,4	37,6	1,5	4,4	159	0
24	v	297	16,6	22,6	11,9	10,7	42,8	1,9	3,7	140	0
25	s	298	14,2	18,8	8,8	10	53,3	2,3	5,1	96	0
26	d	299	14,8	17,6	12,1	5,5	47,8	3,1	5,8	60	0
27	l	300	14,1	16,3	12,2	4,1	48,9	3,4	5,5	56	0
28	m	301	12,9	16,5	9,9	6,6	52	3,1	5,0	69	0
29	m	302	12,8	19	8,3	10,7	58,6	1,5	2,6	167	0
30	g	303	15,4	20,3	9,6	10,7	46,6	1,7	3,0	156	0
31	v	304	12,3	20,1	5,6	14,5	53,6	2,2	4,2	137	0

NOVEMBRE 2014

Giorno			Temperatura dell'aria				Umidità	Vento			Pioggia
g	s	u	Media (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Esc. (°C)	Rh. (%)	V. media (m/s)	V. max. (m/s)	Dir. media (gradi)	(mm)
1	s	305	13,2	21,9	6,4	15,5	54,2	1,6	3,5	181	0
2	d	306	12,1	19,2	6,3	12,9	67,6	1,6	2,7	182	0
3	l	307	13,7	18,2	9,6	8,6	71,1	2,0	2,9	138	0
4	m	308	17,6	22,4	13,7	8,7	57,1	3,4	5,4	145	0
5	m	309	17,2	18,1	16,4	1,7	76,4	3,1	5,6	144	26,2
6	g	310	15,1	16,7	14,2	2,5	87,3	1,0	2,6	203	13,4
7	v	311	15,2	18,2	13,4	4,8	86	1,1	4,1	158	0,2
8	s	312	16,1	18,8	13,5	5,3	79,9	1,0	2,2	178	0,2
9	d	313	15,9	19,1	12,2	6,9	78,3	1,1	2,5	134	0
10	l	314	16,5	17,3	14,9	2,4	69,1	2,6	5,1	131	11,8
11	m	315	15,9	19,3	14,1	5,2	84,6	0,6	1,7	218	0,4
12	m	316	14,9	16,3	13,6	2,7	87	0,7	1,5	198	2
13	g	317	15,5	18	14	4	81,6	0,7	1,9	161	6,2
14	v	318	14,8	18,7	12,3	6,4	82,4	0,8	2,0	138	0
15	s	319	14,2	16,5	11,9	4,6	79,7	2,7	5,9	133	14
16	d	320	13,2	15,8	11,3	4,5	78,9	2,0	3,6	143	2,8
17	l	321	11,4	12,4	9,7	2,7	87,6	1,7	4,3	142	38,8
18	m	322	12,5	15,9	10,4	5,5	79,4	1,7	4,1	180	15,2
19	m	323	11,8	17	9	8	79	1,2	4,3	166	23,4
20	g	324	9,4	16	6,1	9,9	80,4	1,3	2,9	184	0,2
21	v	325	9,5	12,2	5,4	6,8	74,5	0,8	2,1	210	0,4
22	s	326	12,5	14,2	10,7	3,5	91,6	0,5	1,5	235	1
23	d	327	14,8	19,7	12,1	7,6	80	0,9	2,7	180	0
24	l	328	12	15,3	9,8	5,5	89,6	1,0	2,3	196	0,2
25	m	329	13,3	15,9	11,2	4,7	84,3	0,9	2,3	160	4,4
26	m	330	14,2	15,9	13,1	2,8	89,6	0,7	2,3	136	4,4
27	g	331	14,4	18	12,2	5,8	83,1	0,9	3,1	176	4,4
28	v	332	14,6	17,1	12,9	4,2	80,1	0,8	3,5	176	0,2
29	s	333	14,4	18	11,1	6,9	72,8	0,7	2,3	162	0,4
30	d	334	14,4	18	14,1	3,9	74,8	0,6	2,2	167	0,4

DICEMBRE 2014

Giorno			Temperatura dell'aria				Umidità	Vento			Pioggia
g	s	u	Media (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Esc. (°C)	Rh. (%)	V. media (m/s)	V. max. (m/s)	Dir. media (gradi)	(mm)
1	l	335	17,3	18,9	15	3,9	60,2	2,0	5,0	150	1
2	m	336	14,2	17,3	10,8	6,5	65	1,8	3,9	126	0
3	m	337	13,2	14,7	11,1	3,6	57,6	3,6	5,6	58	4
4	g	338	11,9	14,3	10,4	3,9	75,9	1,0	2,6	143	3,2
5	v	339	11,9	13,7	10,3	3,4	78,2	1,1	2,4	142	1,4
6	s	340	12,4	14,8	10,1	4,7	76,1	1,9	4,0	129	0,2
7	d	341	10,9	11,6	9,9	1,7	71,9	1,9	3,9	93	0,4
8	l	342	11,1	14,3	7,2	7,1	54,2	1,6	3,4	122	0
9	m	343	8,7	11,5	4,5	7	54,1	3,5	7,3	92	0
10	m	344	9,6	12,4	5,3	7,1	37,6	2,2	4,4	54	0
11	g	345	6,3	12,4	2,4	10	55,5	1,5	2,8	171	0
12	v	346	6,1	11	1,3	9,7	65,5	1,3	3,0	168	0
13	s	347	10,1	12,6	7,8	4,8	77,9	0,8	2,2	243	0,4
14	d	348	11,4	13,3	9,3	4	85,4	0,5	1,3	259	0
15	l	349	12	13,9	10,6	3,3	75,6	0,7	2,9	200	1
16	m	350	11,8	13	10,9	2,1	83,1	1,4	3,4	110	7,8
17	m	351	11,3	12,8	10,2	2,6	80,3	1,0	2,6	180	0
18	g	352	10,4	14,5	7	7,5	80,7	0,9	2,1	166	0,2
19	v	353	10,2	13,5	7,9	5,6	76,7	1,9	3,2	151	0
20	s	354	12,7	15,9	10,6	5,3	73,9	1,1	2,9	146	0
21	d	355	11,6	15,9	6,6	9,3	72,7	1,2	2,7	157	0
22	l	356	7,2	10,6	3,5	7,1	69,8	1,2	3,3	173	0
23	m	357	11,8	13,8	9,1	4,7	73,5	0,7	1,8	169	0
24	m	358	12,7	14	11,8	2,2	68	1,3	2,3	197	0
25	g	359	12,4	13,8	11,4	2,4	68,7	1,2	2,4	162	0
26	v	360	9,2	11,9	3,6	8,3	53,5	2,3	5,1	102	0
27	s	361	3,2	7,5	-0,3	7,8	69,8	1,7	4,2	176	20,4
28	d	362	5,1	7	3,1	3,9	53,2	3,4	5,9	59	0
29	l	363	5,4	7,5	1,2	6,3	39	3,6	5,6	43	0
30	m	364	2,6	4,7	-1	5,7	44,3	3,3	6,1	78	0
31	m	365	2	2,6	1	1,6	46,9	3,6	8,9	15	0

COMMENTO ALL'ANDAMENTO METEOROLOGICO A FIRENZE NELL'ANNO 2014

RENZO MACII (*)

(*) *Responsabile della Sezione di Meteorologia della Fondazione Osservatorio Ximeniano, Firenze.*

A) TEMPERATURA DELL'ARIA

Nella Tab. 1 riportiamo i valori della temperatura media, massima e minima per ciascun mese del 2014 e i valori medi dell'intero anno, calcolati con i dati (48 dati giornalieri) della stazione automatica della Fondazione Osservatorio Ximeniano.

Nella Fig. 1 riportiamo i valori della temperatura media, massima e minima (in °C) per l'anno 2014. Nell'anno la media annuale delle temperature ha assunto il valore di 16,7°C; il valore medio della temperatura massima è stato di 25,8 °C e quello della temperatura minima è stato 6,5 °C.

La temperatura media si è mantenuta a un li-

Tab. 1 – Temperatura media, massima e minima per ciascun mese del 2014 e valori medi di questi parametri per l'intero anno.

	<i>T. media</i> (°C)	<i>T. max.</i> (°C)	<i>T. min.</i> (°C)
gen.	9,3	16,6	0,3
feb	11,0	19,3	3,2
mar	12,4	22,1	3,5
apr	15,5	24,3	4,7
mag	17,8	28,1	7,7
giu	23,4	35,4	11,0
lug	23,8	34,2	14,6
ago	23,7	32,1	13,6
set	20,9	29,3	10,1
ott	18,4	27,4	5,6
nov	14,0	22,4	5,4
dic	9,9	18,9	-1
anno	16,7	25,8	6,5

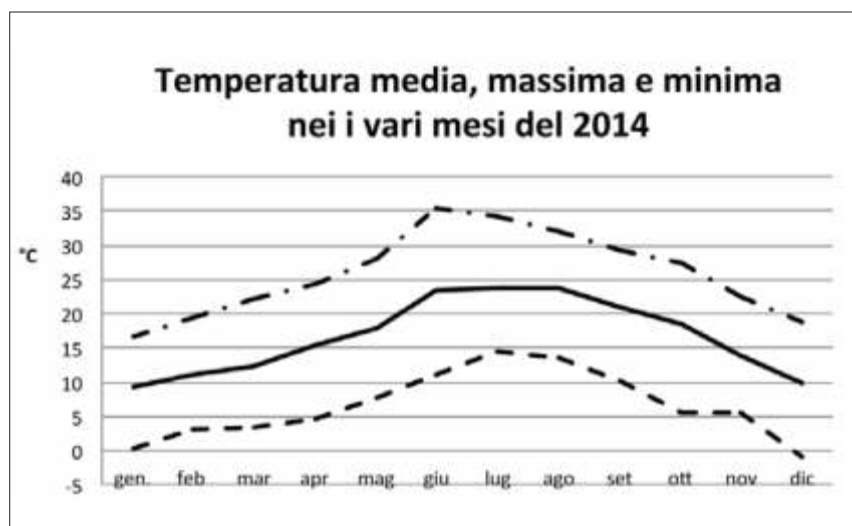


Fig. 1 – Andamento della temperatura media (linea intera), massima (linea a tratto e punto) e minima (linea tratteggiata) mensili dell'aria.

vello quasi costante e non troppo elevato nei mesi di giugno, luglio e agosto. Il mese più caldo è stato luglio, con una temperatura media di 23,8°C. Il giorno 11 del mese di giugno abbiamo rilevato la temperatura di 35,4°C, che rappresenta il valore più alto dell'intero anno. Dalla seconda metà di agosto il caldo ha cominciato ad attenuarsi. Il 30 dicembre è stata rilevata una temperatura di -1°C che rappresenta il valore più basso dell'intero anno.

Nella Fig. 2 è mostrato l'andamento dell'escursione della temperatura media mensile nei vari mesi dell'anno.

B) PIOGGIA

La distribuzione media mensile delle precipitazioni nel corso dell'anno è rappresentata dall'istogramma di Fig. 3. Si osserva che il mese più piovoso è stato novembre con una precipitazione media di 170,6 mm, mentre il più asciutto è stato aprile con una piovosità di 23,4 mm.

La pioggia cumulata nell'intero anno è stata di 955 mm. L'aspetto singolare di questo andamento è senza dubbio rappresentato dalla distribuzione della pioggia nei vari mesi dell'anno.

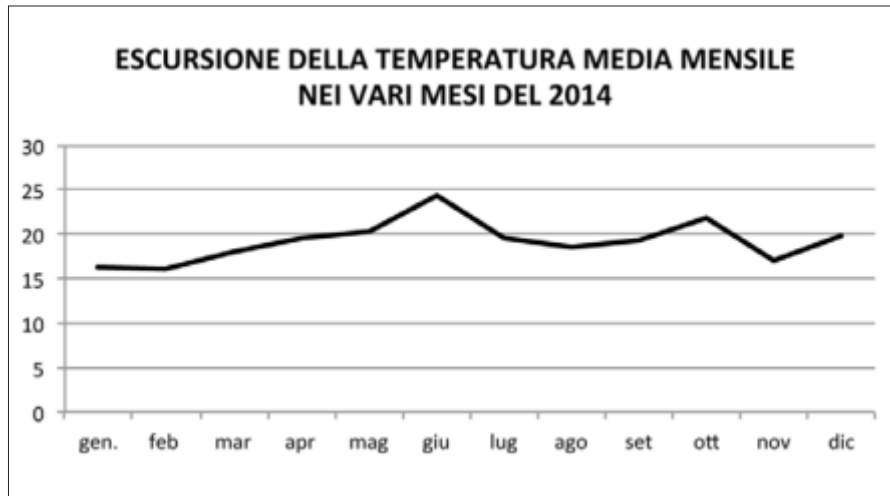


Fig. 2 – Escursione della temperatura media mensile per il 2014.

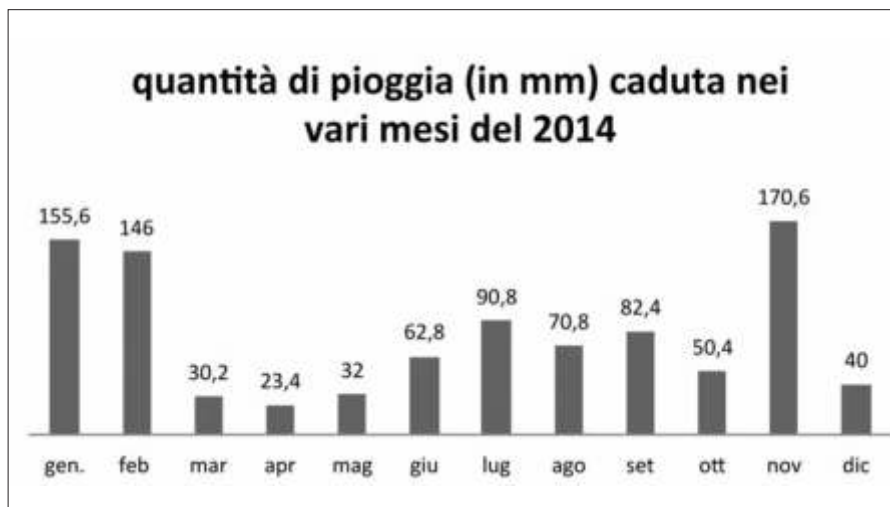


Fig. 3 – Pioggia cumulata nei mesi del 2014.

C) VENTO

Nella Tab. 2, per ciascun mese dell'anno vengono riportate la velocità media del vento e quella massima registrate dai nostri anemometri e la sua direzione. Gli strumenti sono situati sulla sommità dell'edificio dell'Osservatorio, a circa 75 m s.l.m., a 32,70 m dal suolo stradale. In ciascuna casella della tabella le velocità sono riportate sia in m/s che in km/h (tra parentesi).

La direzione (di provenienza) è riportata in basso ed è espressa in gradi sessagesimali a partire dal valore 0° che corrisponde al Nord, con rotazione in senso orario.

Nell'anno, il più elevato valore della velocità del vento è stato di 8,9 m/s (32,0 km/h) nel mese di dicembre.

Tab. 2 – Velocità media e massima del vento in m/s e in km/h (tra parentesi) e sua direzione media in gradi sessagesimali per ciascun mese del 2014.

	<i>V. media vento</i>	<i>V. max vento</i>	<i>Direz. media</i>
gen	1,6 (5,8)	6,8 (24,5)	144
feb	1,8 (6,5)	7,9 (28,4)	163
mar	2,3 (8,3)	8,0 (29,0)	141
apr	2,0 (7,2)	7,2 (25,9)	173
mag	2,2 (7,9)	8,0 (29,0)	189
giu	2,4 (8,6)	7,3 (26,3)	175
lug	2,1 (7,6)	6,9 (24,8)	188
ago	2,1 (7,6)	7,1 (25,6)	208
set	1,9 (6,0)	7,0 (25,2)	147
ott	2,0 (7,2)	6,4 (23,0)	139
nov	1,3 (4,7)	5,9 (21,2)	168
dic	1,8 (6,5)	8,9 (32,0)	137

Tavole delle misure
e dei rilevamenti meteorologici
2015

LEGENDA

Nelle tabelle i simboli riportati rappresentano:

- g** giorno del mese
- s** giorno della settimana
- n** giorno dell'anno a partire dal 1° gennaio
- T.media** temperatura media dell'intero giorno in °C
- T.max** temperatura massima dell'intero giorno in °C
- T. min.** temperatura minima dell'intero giorno in °C
- Esc.** escursione della temperatura ovvero la differenza tra il suo valore massimo e quello minimo
- Rh** umidità relativa dell'aria in %
- V.media** velocità media del vento in m/s, dell'intero giorno
- V.max.** velocità massima del vento in m/s, dell'intero giorno
- Dir. media** direzione media della velocità (media) del vento in gradi sessagesimali a partire dal Nord, con rotazione oraria.

Riportiamo qui di seguito una tabella dove sono riportate le principali direzioni dei venti espresse sia con la vecchia nomenclatura che fa riferimento alla rosa dei venti che in gradi sessagesimali.

N	Nord	0°
NNE	Nord-Nord-Est	22,5°
NE	Nord-Est	45°
ENE	Est-Nord-Est	67,5°
E	Est	90°
ESE	Est-Sud-Est	112,5°
SE	Sud-Est	135°
SSE	Sud-Sud-Est	157,5°
S	Sud	180°
SSW	Sud-Sud-Ovest	202,5°
SW	Sud-Ovest	225°
WSW	Ovest-Sud-Ovest	247,5°
W	Ovest	270°
WNW	Ovest-Nord-Ovest	292,5°
NW	Nord-Ovest	315°
NNW	Nord-Nord-Ovest	337,5°

Pioggia La pioggia cumulata nell'intera giornata; il valore è dato in mm e si riferisce alla pioggia caduta sopra una superficie di 1 m²

GENNAIO 2015

Giorno			Temperatura dell'aria				Umidità	Vento			Pioggia
g	s	u	Media (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Esc. (°C)	Rh. (%)	V. media (m/s)	V. max. (m/s)	Dir. media (gradi)	(mm)
1	g	1	4,9	7,9	1,3	6,6	36,0	3,8	6,2	68	0,0
2	v	2	6,1	12,3	1,5	10,8	57,2	1,3	3,0	175	0,0
3	s	3	7,0	9,4	4,0	5,3	71,3	0,9	2,4	182	0,0
4	d	4	11,1	14,9	9,0	5,9	66,9	1,3	3,8	193	0,0
5	l	5	7,5	12,5	2,2	10,3	43,3	1,7	3,1	186	0,0
6	m	6	5,8	12,1	1,0	11,1	63,5	1,0	2,5	186	0,0
7	m	7	8,3	11,6	5,3	6,3	71,3	0,5	1,5	202	0,0
8	g	8	10,5	14,1	7,0	7,1	68,9	0,8	2,1	190	0,0
9	v	9	11,4	13,0	9,2	3,8	73,6	1,3	2,6	207	0,0
10	s	10	12,6	13,5	11,5	2,0	73,8	1,5	2,8	201	0,0
11	d	11	12,0	13,0	10,5	2,5	77,9	0,7	2,7	193	0,2
12	l	12	8,8	14,8	3,2	11,6	36,6	1,9	3,4	152	0,0
13	m	13	8,2	14,1	3,1	11,0	61,3	1,1	2,5	177	0,0
14	m	14	10,2	13,6	8,0	5,6	73,4	0,9	3,3	181	0,4
15	g	15	12,1	16,6	9,3	7,3	63,7	1,6	4,2	179	0,0
16	v	16	11,4	12,9	9,8	3,1	69,6	2,3	4,6	125	1,6
17	s	17	12,5	14,3	10,1	4,2	69,5	2,3	4,4	210	10,0
18	d	18	9,1	12,9	4,8	8,1	68,5	1,4	2,4	194	0,0
19	l	19	5,1	11,0	0,5	10,5	71,8	1,4	2,7	172	0,0
20	m	20	7,6	12,2	4,1	8,1	63,7	1,5	3,7	120	0,2
21	m	21	9,9	12,8	8,0	4,7	69,8	1,7	3,5	122	5,0
22	g	22	10,3	12,3	9,4	2,9	66,1	2,6	4,4	101	0,2
23	v	23	10,2	11,4	9,1	2,3	56,6	3,4	5,0	37	0,0
24	s	24	10,7	12,9	8,5	4,4	43,1	2,5	5,2	101	0,0
25	d	25	8,7	10,5	7,4	3,1	46,7	2,9	4,8	52	0,0
26	l	26	7,7	9,7	3,6	6,1	36,1	3,8	5,5	66	0,0
27	m	27	4,2	9,1	-0,7	9,8	47,1	1,6	2,9	165	0,0
28	m	28	4,7	10,1	-0,6	10,7	38,4	2,0	4,7	127	0,0
29	g	29	2,3	6,3	-0,1	6,5	69,3	1,3	3,5	211	13,0
30	v	30	6,7	10,6	1,9	8,7	80,1	3,1	6,4	182	13,0
31	s	31	4,2	7,5	1,3	6,2	77,4	1,1	3,0	201	0,4

FEBBRAIO 2015

Giorno			Temperatura dell'aria				Umidità	Vento			Pioggia
g	s	u	Media (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Esc. (°C)	Rh. (%)	V. media (m/s)	V. max. (m/s)	Dir. media (gradi)	(mm)
1	d	32	5,3	8,7	3,4	5,3	77,3	1,4	2,4	179	5.2
2	l	33	4,8	10,6	0,4	10,2	70,4	1,4	5,1	163	1.8
3	m	34	5,5	7,6	3,1	4,5	75,1	2,0	4,1	132	5.0
4	m	35	8,3	10,0	7,2	2,8	57,4	3,4	4,9	64	1.0
5	g	36	6,9	8,9	5,1	3,8	72,5	2,9	5,0	77	17.8
6	v	37	5,5	6,9	3,3	3,7	63,3	3,5	5,5	54	2.0
7	s	38	6,0	7,7	4,6	3,1	54,9	4,2	6,2	49	0.0
8	d	39	4,9	9,4	0,1	9,2	57,6	2,0	4,1	133	0.0
9	l	40	5,3	9,0	2,2	6,7	41,8	2,1	4,3	148	0.0
10	m	41	5,6	13,2	-0,1	13,3	62,9	1,4	2,5	196	0.0
11	m	42	8,2	17,3	1,7	15,5	59,1	1,5	3,6	185	0.0
12	g	43	9,0	16,5	2,8	13,7	54,4	1,5	2,8	184	0.0
13	v	44	7,8	13,1	2,4	10,7	63,4	1,5	3,0	145	0.2
14	s	45	9,6	13,7	7,1	6,6	77,0	1,2	2,8	185	0.2
15	d	46	9,9	10,9	9,2	1,7	69,8	2,0	3,9	147	1.4
16	l	47	11,6	13,0	9,0	4,0	57,6	3,7	6,4	73	0.0
17	m	48	12,0	14,5	9,6	4,9	49,1	4,5	7,8	52	0.0
18	m	49	8,9	11,7	7,1	4,6	41,3	4,3	6,6	67	0.0
19	g	50	7,9	14,3	1,6	12,6	37,6	1,8	3,3	160	0.0
20	v	51	6,6	12,8	0,0	12,8	52,8	1,7	3,0	175	0.0
21	s	52	9,1	11,2	7,2	4,0	61,4	2,2	4,0	126	6.0
22	d	53	9,3	11,1	7,2	3,9	71,4	2,5	6,6	112	4.0
23	l	54	11,8	15,9	9,4	6,5	53,6	2,1	4,1	122	0.0
24	m	55	10,0	12,6	7,9	4,7	67,6	2,7	6,1	101	0.8
25	m	56	9,7	12,0	7,9	4,1	48,5	4,0	5,9	53	0.0
26	g	57	10,3	12,0	9,1	2,9	48,7	4,2	6,2	52	0.0
27	v	58	10,4	14,7	5,1	9,6	50,1	2,0	5,1	97	0.0
28	s	59	9,6	16,6	3,8	12,9	53,5	2,0	4,3	150	0.0

MARZO 2015

Giorno			Temperatura dell'aria				Umidità	Vento			Pioggia
g	s	u	Media (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Esc. (°C)	Rh. (%)	V. media (m/s)	V. max. (m/s)	Dir. media (gradi)	(mm)
1	d	60	8,5	13,7	3,3	10,4	68,3	2,2	4,9	198	0,4
2	l	61	11,9	14,6	9,2	5,5	88,1	1,6	4,0	223	8,4
3	m	62	13,8	18,6	10,1	8,4	66,8	1,4	4,4	212	0,2
4	m	63	10,4	12,4	8,9	3,5	76,0	1,8	3,8	113	12,2
5	g	64	8,7	10,5	5,7	4,7	39,4	6,8	12,5	66	2,2
6	v	65	9,5	11,7	7,7	4,0	23,4	6,1	8,3	65	0,0
7	s	66	9,7	12,2	7,0	5,2	25,6	4,4	8,6	55	0,0
8	d	67	9,5	12,2	7,6	4,6	31,6	3,9	7,6	67	0,0
9	l	68	9,5	12,8	7,3	5,5	42,3	3,1	6,2	65	0,0
10	m	69	9,9	17,1	2,3	14,8	45,9	2,2	4,4	103	0,0
11	m	70	9,4	14,5	3,6	10,9	62,9	1,7	3,3	203	0,0
12	g	71	10,6	13,7	6,7	6,9	39,1	3,2	6,4	77	0,0
13	v	72	8,8	15,7	1,7	14,0	44,1	2,0	4,6	189	0,0
14	s	73	9,7	15,1	3,8	11,3	50,6	1,4	2,7	154	0,0
15	d	74	10,1	14,0	6,0	8,0	57,6	2,6	5,2	122	1,2
16	l	75	10,2	11,5	9,0	2,5	78,6	1,9	3,2	108	12,6
17	m	76	12,5	15,5	10,3	5,1	65,8	2,8	5,4	75	6,8
18	m	77	13,6	17,9	10,7	7,2	45,8	2,9	4,5	64	0,0
19	g	78	12,7	20,2	5,6	14,6	47,1	1,6	2,7	170	0,0
20	v	79	13,1	19,8	6,3	13,5	46,5	1,5	4,4	149	0,0
21	s	80	11,4	16,1	6,8	9,3	60,4	1,6	3,6	188	0,0
22	d	81	12,1	16,5	9,1	7,4	56,1	3,2	6,0	94	0,0
23	l	82	14,2	17,8	12,0	5,8	44,4	4,5	5,7	55	0,0
24	m	83	13,6	17,7	10,1	7,6	56,2	1,7	3,3	118	0,0
25	m	84	14,0	15,3	12,1	3,2	63,7	3,1	7,1	71	15,4
26	g	85	14,3	16,3	12,4	3,9	72,4	2,0	5,1	201	9,8
27	v	86	12,1	13,8	10,9	2,9	72,8	1,9	5,3	130	6,0
28	s	87	14,4	19,1	10,0	9,1	32,1	2,9	4,8	63	0,0
29	d	88	12,6	19,3	5,6	13,8	39,0	2,2	5,0	211	0,0
30	l	89	13,4	16,8	10,3	6,5	59,4	1,7	5,7	202	0,0
31	m	90	15,1	19,7	11,2	8,5	67,6	2,2	6,0	230	0,0

APRILE 2015

Giorno			Temperatura dell'aria				Umidità	Vento			Pioggia
g	s	u	Media (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Esc. (°C)	Rh. (%)	V. media (m/s)	V. max. (m/s)	Dir. media (gradi)	(mm)
1	m	91	16,6	21,5	12,9	8,7	46,6	2,1	5,7	210	0,0
2	g	92	13,1	19,8	6,2	13,6	37,4	2,7	6,6	208	0,0
3	v	93	13,3	18,9	6,7	12,2	43,0	2,1	3,7	146	0,0
4	s	94	11,2	14,4	8,4	6,1	60,9	2,4	4,7	119	33,0
5	d	95	9,6	10,9	8,5	2,3	51,5	3,8	6,0	59	0,6
6	l	96	9,7	12,4	6,3	6,1	28,4	3,7	6,7	67	0,0
7	m	97	9,2	13,2	4,9	8,3	31,8	2,8	6,8	92	0,0
8	m	98	9,8	17,5	1,4	16,1	40,9	2,2	4,3	199	0,0
9	g	99	13,3	22,2	5,3	16,9	49,4	1,7	3,5	220	0,0
10	v	100	14,4	21,2	7,2	14,0	49,9	1,9	4,8	219	0,0
11	s	101	13,3	18,2	7,9	10,3	55,4	1,9	3,7	217	0,0
12	d	102	16,1	23,7	7,9	15,8	52,5	2,0	4,9	138	0,0
13	l	103	16,5	23,4	8,9	14,5	48,0	2,2	4,9	210	0,0
14	m	104	16,0	22,0	11,1	10,9	57,9	1,5	3,9	202	0,0
15	m	105	17,2	24,1	10,0	14,1	52,0	1,9	4,7	221	0,0
16	g	106	16,5	23,8	9,5	14,3	55,6	1,8	3,6	219	0,0
17	v	107	16,6	19,6	13,6	5,9	55,4	1,9	3,6	202	0,0
18	s	108	15,6	19,0	12,2	6,8	67,6	2,0	7,0	199	1,8
19	d	109	13,0	15,9	11,3	4,7	37,4	5,0	6,9	56	0,0
20	l	110	15,7	22,5	7,7	14,7	26,8	2,2	5,2	98	0,0
21	m	111	16,2	24,0	7,6	16,4	34,0	2,0	4,1	212	0,0
22	m	112	16,4	24,1	8,3	15,8	38,7	2,3	6,0	214	0,0
23	g	113	14,5	22,1	9,8	12,3	55,6	1,9	5,2	186	2,6
24	v	114	16,2	22,0	10,4	11,6	61,1	1,8	3,8	216	0,0
25	s	115	16,5	21,3	10,1	11,2	60,9	1,8	3,5	227	0,0
26	d	116	16,7	21,6	15,0	6,6	72,5	1,3	2,8	178	4,6
27	l	117	15,5	18,6	12,3	6,3	76,0	2,1	4,4	169	17,4
28	m	118	14,4	17,6	11,5	6,1	79,2	1,0	3,3	180	4,0
29	m	119	17,1	22,7	13,0	9,6	68,6	1,6	5,3	195	6,2
30	g	120	15,7	19,4	13,1	6,3	59,1	2,6	5,1	250	0,0

MAGGIO 2015

Giorno			Temperatura dell'aria				Umidità	Vento			Pioggia
g	s	u	Media (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Esc. (°C)	Rh. (%)	V. media (m/s)	V. max. (m/s)	Dir. media (gradi)	(mm)
1	v	121	15,6	19,8	11,0	8,8	61,1	2,3	5,0	216	0,0
2	s	122	17,3	21,3	14,7	6,6	73,1	1,3	4,4	230	1,0
3	d	123	19,1	22,6	15,6	7,0	63,4	1,2	3,2	229	0,0
4	l	124	21,9	27,7	15,9	11,8	55,8	1,1	2,2	199	0,0
5	m	125	23,1	29,8	16,3	13,5	48,3	1,5	3,3	188	0,0
6	m	126	20,7	25,2	15,7	9,5	60,5	1,5	2,9	227	0,0
7	g	127	19,8	25,8	14,2	11,6	59,2	1,8	4,6	225	0,0
8	v	128	18,6	24,2	12,8	11,4	51,4	1,7	3,8	228	0,0
9	s	129	19,9	26,6	13,2	13,5	51,6	1,7	3,5	206	0,0
10	d	130	22,2	27,7	15,1	12,7	43,6	1,9	4,3	133	0,0
11	l	131	21,9	28,9	13,7	15,2	38,0	2,1	4,0	209	0,0
12	m	132	22,1	29,4	14,4	15,0	41,9	1,9	4,6	228	0,0
13	m	133	20,0	25,0	14,5	10,5	48,3	2,9	5,3	209	0,0
14	g	134	20,8	25,5	14,9	10,6	48,2	2,5	3,6	227	0,0
15	v	135	18,4	22,5	15,1	7,3	62,8	2,1	5,1	212	1,2
16	s	136	17,4	21,0	11,4	9,6	66,2	1,6	4,1	124	0,2
17	d	137	23,0	27,1	17,4	9,8	47,7	3,9	6,8	73	0,0
18	l	138	23,0	30,1	14,8	15,2	44,2	2,3	4,2	205	0,0
19	m	139	21,3	25,8	16,7	9,1	50,5	2,0	3,9	231	0,0
20	m	140	17,7	22,1	16,0	6,1	67,3	1,8	5,2	198	10,0
21	g	141	15,3	19,2	13,6	5,6	66,2	2,3	4,6	121	6,4
22	v	142	14,4	16,0	12,2	3,7	61,8	2,2	4,3	166	2,8
23	s	143	14,5	17,3	12,4	4,9	76,4	1,3	2,8	178	3,4
24	d	144	16,8	20,2	13,5	6,7	58,0	1,9	4,6	84	0,6
25	l	145	17,7	23,7	11,0	12,7	56,1	2,2	4,6	222	0,0
26	m	146	17,6	22,6	13,8	8,8	60,5	1,7	4,4	142	0,4
27	m	147	18,1	21,1	15,3	5,9	49,1	2,9	6,3	76	0,0
28	g	148	18,1	24,1	11,4	12,6	45,0	2,1	4,3	220	0,0
29	v	149	19,2	25,2	11,6	13,6	49,7	2,2	4,1	221	0,0
30	s	150	19,4	24,7	13,3	11,4	48,8	2,5	4,4	210	0,0
31	d	151	20,4	26,6	13,2	13,4	46,4	2,0	4,3	222	0,0

GIUGNO 2015

Giorno			Temperatura dell'aria				Umidità	Vento			Pioggia
g	s	u	Media (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Esc. (°C)	Rh. (%)	V. media (m/s)	V. max. (m/s)	Dir. media (gradi)	(mm)
1	l	152	21,7	28,4	13,5	14,8	45,2	1,9	4,2	220	0,0
2	m	153	22,0	28,4	15,1	13,3	47,2	2,0	5,0	216	0,0
3	m	154	23,0	30,5	15,4	15,1	51,6	1,8	4,2	222	0,0
4	g	155	25,4	32,6	17,5	15,1	51,8	2,1	5,0	105	0,0
5	v	156	27,3	32,8	19,5	13,4	38,9	2,7	5,7	106	0,0
6	s	157	27,5	34,0	18,9	15,2	37,7	1,8	4,4	151	0,0
7	d	158	27,4	32,8	20,2	12,6	41,1	2,8	5,4	103	0,0
8	l	159	26,6	31,8	19,7	12,1	40,4	2,4	4,4	113	0,0
9	m	160	24,0	28,3	19,5	8,8	48,5	2,2	3,7	195	0,0
10	m	161	23,1	30,6	17,9	12,7	54,3	2,0	5,2	165	2,2
11	g	162	24,5	32,5	17,4	15,1	52,4	1,5	4,9	148	1,8
12	v	163	24,3	29,5	19,3	10,2	50,6	1,9	4,3	179	0,0
13	s	164	25,3	31,6	18,8	12,8	42,5	2,1	4,7	186	0,0
14	d	165	22,0	26,1	18,4	7,7	57,8	1,7	4,2	186	2,6
15	l	166	21,4	25,5	19,1	6,5	71,3	1,7	3,8	184	21,8
16	m	167	22,4	26,5	17,4	9,1	61,7	2,3	4,5	223	0,0
17	m	168	21,2	23,9	18,7	5,1	55,5	2,8	5,2	82	0,0
18	g	169	22,2	27,6	16,0	11,6	44,2	2,0	4,2	142	0,0
19	v	170	22,2	27,4	16,8	10,6	55,5	1,7	3,0	224	0,0
20	s	171	22,9	27,7	19,1	8,5	45,0	2,6	6,7	123	0,0
21	d	172	22,4	27,2	15,0	12,2	39,1	1,8	2,8	200	0,0
22	l	173	22,7	28,7	15,8	12,9	47,1	2,6	6,0	222	0,0
23	m	174	24,8	29,7	20,3	9,4	46,6	3,0	5,4	224	0,0
24	m	175	21,9	25,4	16,4	9,0	42,0	4,2	6,6	65	2,0
25	g	176	22,8	28,8	14,6	14,2	34,8	2,2	3,6	97	0,0
26	v	177	24,2	30,3	16,3	14,0	38,5	2,1	3,5	206	0,0
27	s	178	24,4	30,5	17,4	13,1	41,8	2,2	5,1	214	0,0
28	d	179	26,1	32,7	17,7	15,0	43,1	1,7	3,1	116	0,0
29	l	180	27,0	31,7	20,4	11,4	38,4	1,9	3,1	218	0,0
30	m	181	27,5	32,5	21,1	11,5	43,2	1,9	4,3	118	0,0

LUGLIO 2015

Giorno			Temperatura dell'aria				Umidità	Vento			Pioggia
g	s	u	Media (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Esc. (°C)	Rh. (%)	V. media (m/s)	V. max. (m/s)	Dir. media (gradi)	(mm)
1	m	182	28,2	34,6	20,4	14,2	37,7	1,9	4,7	183	0,0
2	g	183	28,6	34,7	21,5	13,2	43,8	2,3	5,2	219	0,0
3	v	184	29,6	35,9	22,7	13,3	40,3	2,3	5,5	105	0,0
4	s	185	30,1	36,5	22,6	13,9	35,4	1,9	4,5	213	0,0
5	d	186	30,2	36,5	23,7	12,8	39,3	2,0	5,6	213	0,0
6	l	187	29,3	35,5	23,5	12,0	43,6	2,1	4,7	224	0,0
7	m	188	29,2	35,8	22,2	13,7	42,5	2,2	4,0	236	0,0
8	m	189	28,8	33,8	23,9	9,8	49,0	2,5	4,7	236	0,0
9	g	190	27,6	30,8	24,0	6,7	51,2	3,5	7,4	88	0,0
10	v	191	27,3	31,2	23,7	7,5	35,4	4,1	6,4	50	0,0
11	s	192	27,3	33,4	20,2	13,2	35,5	2,4	4,5	212	0,0
12	d	193	27,8	34,2	21,1	13,2	43,1	2,2	4,9	219	0,0
13	l	194	27,7	32,5	21,8	10,8	44,8	2,0	3,4	220	0,0
14	m	195	29,0	36,0	21,3	14,7	39,3	2,0	4,7	210	0,0
15	m	196	30,3	36,8	22,5	14,3	35,2	2,0	4,4	222	0,0
16	g	197	30,7	36,9	23,4	13,6	36,6	2,2	4,7	234	0,0
17	v	198	29,9	36,2	22,4	13,8	37,9	2,3	6,0	224	0,0
18	s	199	30,1	36,2	23,0	13,2	39,9	2,0	4,1	227	0,0
19	d	200	29,5	36,0	21,5	14,5	35,3	2,3	5,3	213	0,0
20	l	201	29,4	35,9	21,9	14,0	35,9	2,1	4,0	243	0,0
21	m	202	30,5	37,5	23,4	14,1	38,1	2,0	4,7	226	0,0
22	m	203	29,1	37,8	22,0	15,8	44,0	2,1	6,5	189	6,5
23	g	204	28,2	36,1	20,3	15,8	48,2	2,0	4,4	213	0,0
24	v	205	27,8	35,2	23,1	12,1	49,1	1,9	5,7	164	0,6
25	s	206	25,4	29,1	21,4	7,6	58,8	2,2	4,4	211	3,0
26	d	207	27,0	33,1	20,9	12,2	48,4	2,4	5,0	241	0,0
27	l	208	26,3	30,2	22,4	7,8	50,8	3,9	7,5	245	0,0
28	m	209	25,6	30,1	21,2	9,0	50,3	2,9	5,1	232	0,0
29	m	210	25,8	29,9	21,2	8,7	49,3	3,4	6,0	239	0,0
30	g	211	27,9	32,6	23,1	9,5	40,4	2,4	4,9	237	0,0
31	v	212	26,2	31,1	20,1	11,1	46,4	3,3	6,4	87	3,6

AGOSTO 2015

Giorno			Temperatura dell'aria				Umidità	Vento			Pioggia
g	s	u	Media (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Esc. (°C)	Rh. (%)	V. media (m/s)	V. max. (m/s)	Dir. media (gradi)	(mm)
1	s	213	25,6	32,1	20,4	11,8	52,3	2,3	6,8	181	42.6
2	d	214	25,5	31,3	19,1	12,2	59,2	1,6	3,7	188	0.0
3	l	215	27,7	34,2	20,6	13,6	44,8	2,4	4,7	90	0.0
4	m	216	28,2	34,8	21,1	13,6	45,4	2,0	5,0	200	0.0
5	m	217	29,1	35,7	22,1	13,6	45,9	1,9	4,0	120	0.0
6	g	218	30,2	36,3	21,8	14,5	38,3	2,6	5,0	98	0.0
7	v	219	31,0	36,6	23,0	13,6	36,2	2,5	4,9	94	0.0
8	s	220	31,3	37,2	23,3	14,0	36,5	2,3	4,5	141	0.0
9	d	221	28,8	37,2	23,8	13,4	46,9	2,5	7,4	149	0.0
10	l	222	22,9	26,6	20,8	5,8	71,0	1,9	4,6	144	13.2
11	m	223	26,3	32,3	20,1	12,2	53,0	2,0	5,6	142	0.0
12	m	224	28,6	34,9	20,9	14,1	37,4	2,5	5,5	116	0.0
13	g	225	28,8	36,7	20,8	15,8	35,5	1,8	3,5	200	0.0
14	v	226	27,2	33,2	21,1	12,0	45,0	2,1	4,5	211	0.0
15	s	227	24,4	29,5	20,8	8,7	57,6	2,3	4,3	186	0.0
16	d	228	22,2	26,9	19,7	7,1	63,3	2,3	4,8	191	1.2
17	l	229	22,7	27,3	18,1	9,2	53,5	3,0	6,6	222	0.0
18	m	230	23,6	29,0	18,1	10,9	52,1	2,0	4,1	214	0.0
19	m	231	21,8	27,1	18,6	8,4	63,5	1,6	5,3	125	8.8
20	g	232	22,8	29,1	16,2	12,9	53,0	1,4	3,6	142	0.0
21	v	233	23,4	28,4	17,8	10,6	47,6	2,7	4,5	90	0.0
22	s	234	24,3	29,5	17,7	11,8	40,5	2,1	3,6	76	0.0
23	d	235	24,2	30,0	18,0	12,1	39,7	1,7	2,9	192	0.0
24	l	236	22,8	25,6	19,9	5,7	66,3	1,9	4,4	136	12.2
25	m	237	23,7	28,3	20,1	8,2	60,2	2,3	5,1	200	0.2
26	m	238	23,6	31,7	15,7	16,0	52,3	1,6	4,0	167	0.0
27	g	239	25,7	32,0	18,3	13,8	49,1	1,6	2,8	221	0.0
28	v	240	26,2	32,6	19,0	13,6	48,1	1,7	2,8	211	0.0
29	s	241	27,3	35,2	19,1	16,1	45,9	1,5	3,5	210	0.0
30	d	242	27,4	34,0	20,6	13,4	48,5	1,8	4,1	204	0.0
31	l	243	26,6	33,7	19,1	14,6	43,9	1,8	4,1	200	0.0

SETTEMBRE 2015

Giorno			Temperatura dell'aria				Umidità	Vento			Pioggia
g	s	u	Media (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Esc. (°C)	Rh. (%)	V. media (m/s)	V. max. (m/s)	Dir. media (gradi)	(mm)
1	m	244	25,3	31,8	18,4	13,4	44,9	2,0	4,3	203	0,0
2	m	245	24,5	30,1	19,0	11,1	47,1	2,4	5,0	214	0,0
3	g	246	23,6	28,8	18,2	10,6	50,9	2,0	3,5	223	0,0
4	v	247	24,2	28,7	20,9	7,8	53,3	1,8	4,1	231	0,2
5	s	248	22,6	26,0	19,3	6,7	50,5	3,0	6,7	209	0,0
6	d	249	21,5	27,3	15,8	11,5	45,9	1,5	2,6	175	0,0
7	l	250	21,4	27,4	14,6	12,7	42,1	2,2	5,1	121	0,0
8	m	251	21,4	26,1	15,1	11,0	34,4	2,6	5,1	87	0,0
9	m	252	19,6	24,8	12,5	12,3	38,5	3,1	5,5	99	0,0
10	g	253	21,0	25,4	17,3	8,1	34,9	2,4	3,9	59	0,0
11	v	254	21,2	26,9	14,5	12,4	40,6	1,8	4,2	209	0,0
12	s	255	21,5	27,9	14,4	13,5	48,2	1,6	3,5	199	0,0
13	d	256	19,8	22,3	16,4	5,9	65,8	1,6	4,8	152	7,2
14	l	257	24,6	27,8	21,1	6,7	60,6	3,3	6,3	203	0,2
15	m	258	23,3	26,4	20,4	5,9	59,0	1,6	2,8	231	0,0
16	m	259	25,0	30,3	21,0	9,4	60,9	1,6	5,0	217	0,0
17	g	260	26,8	31,9	23,9	8,0	55,6	2,7	4,5	206	0,0
18	v	261	24,6	27,9	19,8	8,2	51,3	2,2	4,6	236	0,0
19	s	262	20,0	25,2	15,2	10,0	54,7	1,7	2,8	201	0,0
20	d	263	19,9	25,4	14,6	10,9	58,1	2,3	6,2	104	0,0
21	l	264	20,9	26,9	14,9	12,0	48,3	1,6	3,5	110	0,0
22	m	265	19,3	24,6	14,0	10,6	55,7	2,2	4,5	207	0,0
23	m	266	18,4	21,6	15,8	5,8	69,6	2,2	3,8	173	11,4
24	g	267	16,7	18,3	13,4	4,9	59,5	2,6	5,4	61	0,0
25	v	268	19,3	21,7	16,9	4,8	51,0	2,0	4,5	94	0,0
26	s	269	18,7	23,3	13,4	9,9	53,2	2,1	4,4	116	0,0
27	d	270	18,8	22,8	14,2	8,7	46,4	3,2	5,7	74	0,0
28	l	271	18,4	20,0	16,9	3,1	41,6	4,4	6,1	66	0,2
29	m	272	17,1	19,3	15,5	3,8	45,0	4,8	6,8	60	0,0
30	m	273	16,7	18,8	15,2	3,6	46,6	3,9	6,1	65	0,0

OTTOBRE 2015

Giorno			Temperatura dell'aria				Umidità	Vento			Pioggia
g	s	u	Media (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Esc. (°C)	Rh. (%)	V. media (m/s)	V. max. (m/s)	Dir. media (gradi)	(mm)
1	g	274	15,3	16,7	14,3	2,5	58,3	4,5	7,8	59	4,1
2	v	275	19,4	23,2	16,8	6,4	60,2	3,5	6,2	119	0,4
3	s	276	18,6	22,9	15,1	7,8	68,9	1,2	2,3	197	6,0
4	d	277	18,8	23,0	15,9	7,1	74,2	1,8	3,6	151	8,0
5	l	278	20,8	25,3	18,2	7,1	72,6	1,3	3,5	197	0,0
6	m	279	20,6	23,8	18,3	5,5	79,8	1,1	2,1	189	5,1
7	m	280	19,7	23,8	17,6	6,2	77,7	1,3	3,5	197	5,0
8	g	281	19,1	23,5	15,3	8,1	61,9	2,2	4,9	104	0,0
9	v	282	17,8	23,6	12,8	10,8	59,3	2,2	4,2	119	0,0
10	s	283	17,1	18,9	15,5	3,5	63,6	3,3	6,3	50	3,1
11	d	284	17,7	22,2	12,9	9,3	50,5	2,2	4,5	94	0,0
12	l	285	16,3	20,9	12,1	8,8	69,4	1,1	2,2	178	0,0
13	m	286	17,6	19,5	16,3	3,1	89,6	1,2	2,7	167	11,0
14	m	287	17,7	20,2	16,3	3,9	84,0	1,3	3,0	164	0,0
15	g	288	14,7	16,3	12,6	3,7	73,3	1,9	3,4	199	0,0
16	v	289	13,3	16,8	10,3	6,4	64,5	2,0	3,5	207	10,0
17	s	290	13,3	17,8	10,9	6,9	75,7	1,0	2,2	178	2,0
18	d	291	13,9	18,1	10,4	7,8	76,4	1,0	1,8	201	1,0
19	l	292	15,7	19,7	11,9	7,9	71,1	1,7	3,6	131	4,2
20	m	293	14,3	18,7	10,2	8,4	47,9	3,0	5,8	94	0,0
21	m	294	14,2	16,2	12,8	3,4	44,3	4,1	6,5	61	0,0
22	g	295	13,8	16,4	11,6	4,8	45,3	2,9	5,5	115	0,0
23	v	296	15,7	19,2	12,9	6,3	41,4	3,1	5,9	139	0,0
24	s	297	15,9	23,5	10,0	13,4	51,5	1,8	3,0	131	0,0
25	d	298	14,1	20,3	9,4	10,9	66,6	1,3	2,5	195	0,0
26	l	299	14,5	20,5	9,8	10,8	69,8	1,2	2,5	164	0,0
27	m	300	13,8	18,0	8,6	9,4	72,5	1,0	2,4	202	0,0
28	m	301	16,3	18,3	13,8	4,4	84,3	1,6	4,0	152	12,0
29	g	302	15,0	18,3	13,4	4,9	76,1	1,5	3,9	131	9,0
30	v	303	16,6	19,3	14,6	4,7	55,9	3,3	6,6	57	0,0
31	s	304	15,8	18,0	14,2	3,8	46,5	4,9	7,6	62	0,0

NOVEMBRE 2015

Giorno			Temperatura dell'aria				Umidità	Vento			Pioggia
g	s	u	Media (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Esc. (°C)	Rh. (%)	V. media (m/s)	V. max. (m/s)	Dir. media (gradi)	(mm)
1	d	305	14,9	17,5	12,9	4,6	46,8	4,1	6,4	58	0,0
2	l	306	14,4	18,6	10,5	8,1	51,5	3,0	4,6	76	0,0
3	m	307	13,7	20,7	7,8	12,9	63,6	1,3	2,7	173	0,0
4	m	308	16,3	20,8	13,6	7,2	68,1	0,9	2,1	167	0,0
5	g	309	16,8	20,9	14,2	6,7	75,7	0,9	2,0	212	0,0
6	v	310	16,7	20,4	13,0	7,4	76,7	1,1	2,2	212	0,0
7	s	311	14,5	20,6	11,0	9,6	74,7	1,2	2,9	169	0,0
8	d	312	13,5	20,5	8,8	11,7	71,8	1,1	2,4	187	0,0
9	l	313	14,6	18,4	11,8	6,6	76,8	1,3	3,0	147	0,2
10	m	314	14,8	19,3	11,9	7,4	75,7	0,9	2,1	208	0,0
11	m	315	15,0	16,7	13,0	3,7	72,5	0,7	2,1	165	0,0
12	g	316	13,7	19,1	9,2	10,0	70,8	1,1	2,2	172	0,0
13	v	317	12,2	15,5	8,5	7,0	81,4	1,0	2,2	152	0,0
14	s	318	15,1	18,9	12,8	6,1	72,2	1,2	2,1	210	0,0
15	d	319	14,6	16,6	12,6	4,0	75,6	0,9	2,0	144	0,0
16	l	320	14,9	17,7	11,2	6,6	72,8	1,3	2,6	173	0,0
17	m	321	14,0	16,7	11,3	5,4	71,3	1,6	2,9	144	0,0
18	m	322	15,5	17,9	14,0	3,9	67,2	1,3	2,4	142	0,0
19	g	323	14,0	15,9	12,2	3,7	70,6	2,1	3,2	150	0,0
20	v	324	15,8	18,2	13,7	4,5	67,1	1,9	3,8	187	0,0
21	s	325	14,5	17,6	7,4	10,2	67,3	3,9	7,3	205	11,5
22	d	326	8,4	11,6	5,4	6,2	53,1	1,8	5,6	117	0,0
23	l	327	7,3	9,2	5,3	3,8	61,7	2,1	3,7	103	0,2
24	m	328	7,9	10,8	4,3	6,5	54,6	3,3	5,8	59	0,0
25	m	329	5,5	10,1	1,0	9,1	67,3	1,4	3,1	177	0,0
26	g	330	8,2	10,0	5,6	4,4	45,6	4,8	8,2	67	0,0
27	v	331	9,2	11,1	6,2	4,9	43,0	3,5	6,1	48	0,0
28	s	332	6,3	10,7	1,0	9,7	58,7	1,0	3,5	159	0,0
29	d	333	8,4	13,8	4,7	9,1	67,4	0,8	2,2	199	0,0
30	l	334	9,4	12,9	5,4	7,5	78,5	0,7	2,2	169	0,0

DICEMBRE 2015

Giorno			Temperatura dell'aria				Umidità	Vento			Pioggia
g	s	u	Media (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Esc. (°C)	Rh. (%)	V. media (m/s)	V. max. (m/s)	Dir. media (gradi)	(mm)
1	m	335	12,9	15,1	11,2	3,9	69,6	1,1	1,8	138	0,0
2	m	336	12,5	16,1	10,7	5,4	70,0	1,0	2,3	181	0,0
3	g	337	10,8	12,2	8,8	3,4	70,1	2,0	3,2	127	0,0
4	v	338	9,4	11,7	6,3	5,4	73,5	1,1	2,9	177	0,0
5	s	339	11,0	14,5	8,1	6,4	68,0	1,2	2,9	164	0,0
6	d	340	7,3	10,8	3,6	7,2	75,8	1,3	3,0	184	0,0
7	l	341	7,8	12,1	3,5	8,5	77,3	1,2	2,5	175	0,0
8	m	342	9,6	12,3	7,2	5,1	79,4	1,2	2,4	172	0,0
9	m	343	9,2	14,2	6,7	7,5	85,7	0,7	2,4	194	0,0
10	g	344	10,8	15,4	6,0	9,4	52,5	1,7	3,9	116	0,0
11	v	345	7,1	14,1	1,4	12,7	64,3	1,2	2,9	154	0,0
12	s	346	10,9	13,6	7,6	6,1	68,6	1,1	2,6	207	0,0
13	d	347	11,3	12,2	10,7	1,5	75,2	1,0	1,9	160	0,1
14	l	348	9,9	12,8	5,9	6,9	75,6	1,1	2,8	177	0,0
15	m	349	7,3	9,4	4,2	5,1	80,6	1,1	2,7	204	0,2
16	m	350	9,6	13,7	6,7	7,0	76,2	0,9	2,6	224	0,0
17	g	351	7,4	13,6	3,6	10,1	79,3	1,5	3,0	175	0,0
18	v	352	8,0	10,5	4,4	6,0	74,4	0,9	2,7	178	0,1
19	s	353	10,7	14,7	7,0	7,7	82,8	0,8	2,1	195	0,0
20	d	354	6,5	10,7	4,9	5,8	91,8	1,0	2,8	197	0,1
21	l	355	7,0	11,3	4,6	6,7	82,2	1,5	3,4	158	0,0
22	m	356	9,5	11,0	7,9	3,0	89,2	1,1	2,8	166	0,0
23	m	357	11,9	14,3	10,4	3,8	82,5	1,5	2,5	144	0,0
24	g	358	12,2	14,2	10,5	3,7	74,2	1,0	2,2	169	0,0
25	v	359	11,0	14,6	7,1	7,5	79,6	1,1	2,6	176	0,0
26	s	360	6,4	9,2	4,9	4,3	94,2	1,1	2,5	198	0,0
27	d	361	4,7	8,5	3,0	5,5	94,3	0,9	1,8	193	0,0
28	l	362	4,0	8,6	2,1	6,5	92,9	1,0	2,2	176	0,0
29	m	363	7,5	11,7	4,2	7,5	78,2	1,7	3,8	150	0,0
30	m	364	7,2	12,3	3,8	8,6	70,6	2,6	6,7	99	0,0
31	g	365	6,7	9,5	1,7	7,9	53,5	2,0	3,0	86	0,0

COMMENTO ALL'ANDAMENTO METEOROLOGICO A FIRENZE NELL'ANNO 2015

RENZO MACII (*)

(*) *Responsabile della Sezione di Meteorologia della Fondazione Osservatorio Ximeniano, Firenze.*

A) TEMPERATURA DELL'ARIA

Nella Tab. I riportiamo i valori della temperatura media, massima e minima per ciascun mese del 2015 e i valori medi dell'intero anno, calcolati con i dati (48 dati giornalieri) della stazione automatica della Fondazione Osservatorio Ximeniano.

Nella Fig. 1 riportiamo l'andamento dei valori della temperatura media, massima e minima (in °C) per l'anno 2015. Nell'anno la media annuale delle temperature ha assunto il valore di 16,6°C, inferiore di 0,1°C rispetto a quello del 2014 (16,7°C); il valore medio della temperatura massima è stato di 26,0°C, superiore di 0,2°C rispetto a quello del 2014 (25,8°C) e quello della temperatura minima è stato di 7,2°C, superiore di 0,7°C a quello del 2014 (6,5°C).

Il mese più freddo è stato gennaio, con una temperatura media di 8,4°C. Il 27 di questo mese abbiamo rilevato la temperatura di -0,7°C che rappresenta il valore più basso dell'intero anno.

Il mese più caldo è stato luglio, con una temperatura media di 28,4°C. Il giorno 22 di questo mese abbiamo rilevato la temperatura di 37,8°C, che rappresenta il valore più alto dell'intero anno.

Nella Fig. 2 è mostrato l'andamento dell'escursione della temperatura media mensile nei vari mesi dell'anno

B) PIOGGIA

La distribuzione media mensile delle precipitazioni nel corso dell'anno è rappresentata dal-

Tab. 1 – Temperatura media, massima e minima per ciascun mese del 2015 e valore medio di questi parametri per l'intero anno.

	<i>T. media</i> (°C)	<i>T. max.</i> (°C)	<i>T. min.</i> (°C)
gen	8,4	16,6	-0,7
feb	8,2	20,2	-0,1
mar	11,6	20,2	1,7
apr	14,5	24,1	1,4
mag	19,2	30,1	11,0
giu	24,0	34,0	13,5
lug	28,4	37,8	20,1
ago	25,9	37,2	15,7
set	21,2	31,9	12,5
ott	16,4	25,3	8,6
nov	12,7	20,9	1,0
dic	9,0	16,1	1,4
anno	16,6	26,0	7,2

l'istogramma di Fig. 3. Si osserva che il mese più piovoso è stato ottobre con una precipitazione media di 80,9 mm mentre il più asciutto è stato dicembre con una piovosità di 0,0 mm.

La pioggia cumulata nell'intero anno è stata di 493,2 mm, valore molto inferiore a quello del 2014 (955 mm). L'aspetto singolare di questo andamento è senza dubbio rappresentato dalla distribuzione della pioggia nei vari mesi dell'anno.

Da un confronto con i dati di pioggia misurati all'Osservatorio Ximeniano nel periodo 1812-2015, il 2015 sembra essere stato un anno tra i meno piovosi (i valori più bassi del periodo sono i seguenti: 473,6 mm di pioggia nel 2011, 453,1 mm nel 1945 e infine 423,8 mm nel 1894).

Nel periodo 1812-2015 non si è mai verificata

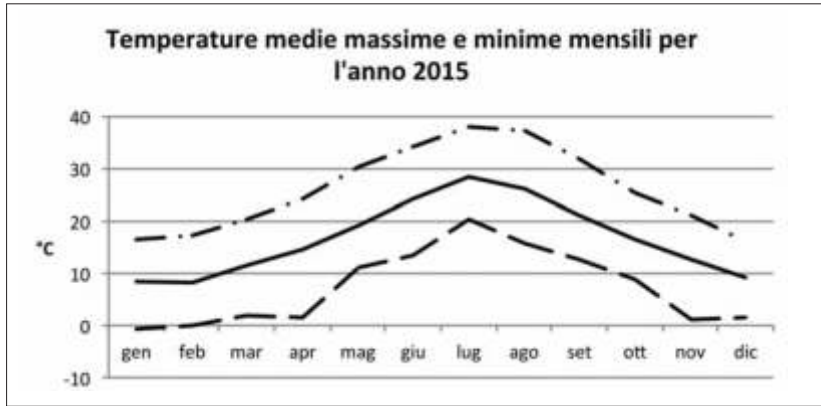


Fig. 1 – Andamento della temperatura media (linea intera), massima (linea a tratto e punto) e minima (linea tratteggiata) mensili per l'anno 2015.

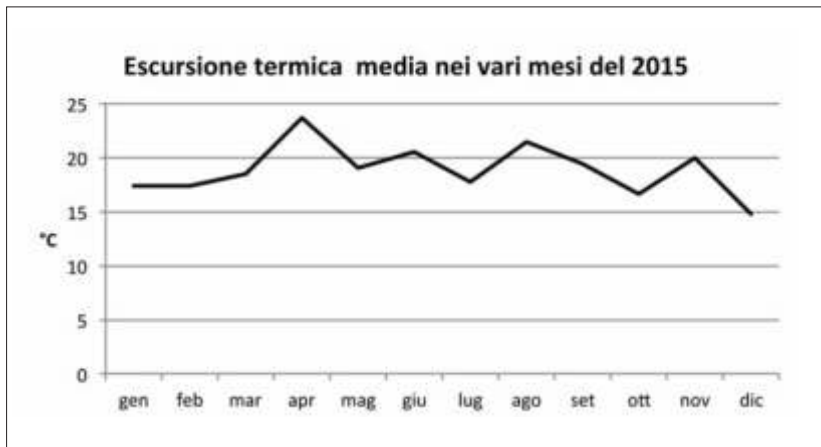


Fig. 2 – Escursione della temperatura media mensile per il 2015.

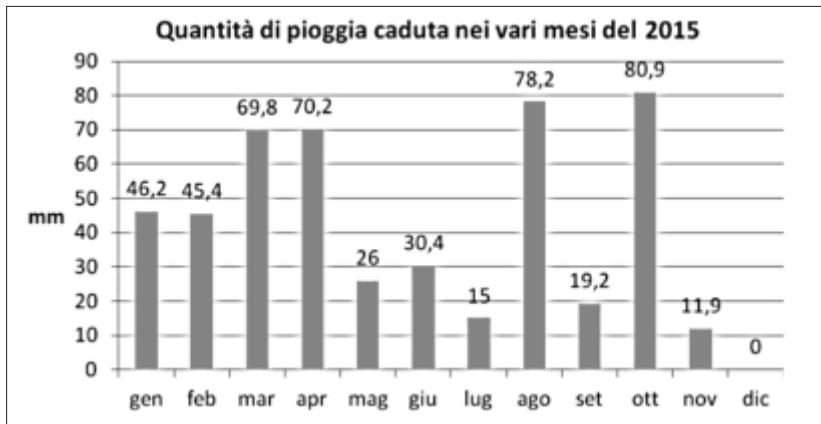


Fig. 3 – Pioggia cumulata nei mesi del 2015.

assenza di pioggia nel mese di dicembre come invece è avvenuto nel 2015. Il valore minimo di questo dato spetta a dicembre del 1843 quando si sono avuti 0,5 mm di pioggia.

c) VENTO

Nella Tab. 2, per ciascun mese dell'anno vengono riportate la velocità media del vento

e quella massima registrate dai nostri anemometri e la sua direzione. Gli strumenti sono situati sulla sommità dell'edificio dell'Osservatorio, a circa 75 m s.l.m., a m 32,70 dal suolo stradale.

In ciascuna casella della tabella le velocità sono riportate sia in m/s che in km/h (tra parentesi.)

La direzione (di provenienza) è riportata in

Tab. 2 – Velocità media e massima del vento in m/s e in km/h (tra parentesi) e sua direzione media in gradi sessagesimali per ciascun mese del 2015.

	<i>V. media vento</i>	<i>V. max. vento</i>	<i>Dir. Media</i>
gen	1,8 (6,5)	6,4 (23,0)	157°
feb	2,5 (8,9)	7,8 (28,1)	121°
mar	2,6 (9,4)	12,5 (45,0)	130°
apr	2,2 (7,9)	7,0 (25,0)	178°
mag	2,0 (7,2)	6,8 (24,5)	189°
giu	2,2 (7,9)	6,7 (24,1)	165°
lug	2,4 (8,6)	7,5 (27,0)	202°
ago	2,1 (7,6)	7,4 (26,6)	163°
set	2,4 (8,6)	6,8 (24,5)	153°
ott	2,1 (7,6)	7,8 (28,1)	142°
nov	1,7 (6,1)	8,2 (29,5)	152°
dic	1,2 (4,3)	6,7 (24,1)	168°

basso ed è espressa in gradi sessagesimali a partire dal valore 0° che corrisponde al Nord, con rotazione in senso orario.

Nell'anno, il più elevato valore della velocità del vento è stato di 12,5 m/s (45 km/h) nel mese di marzo.

D) CONFRONTO CON IL PERIODO DI RIFERIMENTO

È stato affermato dai mezzi di comunicazione (stampa, notiziari TV, ecc...) che il 2015 è stato un anno anomalo dal punto di vista climatico. Al fine di verificare ciò, abbiamo ritenuto op-

portuno confrontare questi dati con quelli medi del periodo 1971-1998 che da oltre dieci anni viene assunto dalla Fondazione Osservatorio Ximeniano come riferimento. Naturalmente i dati della temperatura media del 2015 si riferiscono ai valori misurati alle ore 8,00 - 14,00 - 19,00 (tenendo conto anche dell'ora legale) secondo le modalità per le osservazioni del periodo 1971-1998.

Nella Tab. 3 riportiamo i valori medi della temperatura (media, massima e minima in °C) sia per il periodo di riferimento, che per il 2015 e i loro scostamenti dai valori di questo periodo.

Nella Fig. 4 riportiamo il valore della temperatura media, massima e minima sia per il 2015, che per il periodo di riferimento. Nell'anno, la media annuale delle temperature medie ha assunto il valore di 16,6°C.

Le temperature media e massima si sono mantenute più alte in tutti i mesi del 2015 rispetto a quelle del periodo di riferimento. La temperatura minima si è mantenuta al di sotto dei valori del periodo di riferimento, tranne che per il mese di luglio; si nota un brusco abbassamento nei mesi di marzo e aprile.

Una ulteriore conferma di questo andamento si ha anche dal confronto della escursione termica mensile tra il 2015 e il periodo di riferimento (Fig. 5).

Tab. 3 – Temperature mensili del periodo di riferimento 1971-1998, del 2015 e scostamenti dalle medie (valori in °C).

ANNO	medie 1971-1998			2015 *			scostam. 2015 da medie		
	med.	max.	min.	med.	max.	min.	med.	max.	min.
Gennaio	6,9	10,1	4,1	9,0	16,6	-0,7	2,1	6,5	4,8
Febbraio	7,7	11,7	4,3	8,9	17,3	-0,1	1,2	5,6	4,4
Marzo	10,4	15,0	6,4	12,4	20,2	1,7	2,0	5,2	4,7
Aprile	13,3	18,2	8,7	15,7	24,1	1,4	2,4	5,9	7,3
Maggio	18,0	23,4	12,5	20,1	30,1	11,0	2,1	6,7	1,5
Giugno	21,7	27,4	15,7	24,9	34,0	13,5	3,2	6,6	2,2
Luglio	25,2	31,2	18,5	29,4	37,8	20,1	4,2	6,6	1,6
Agosto	24,6	31,0	18,6	28,4	37,2	15,7	3,8	6,2	2,9
Settembre	20,4	26,1	15,6	25,0	31,9	13,5	4,6	5,8	3,1
Ottobre	15,5	20,2	11,8	20,0	25,3	8,6	8,5	5,1	4,9
Novembre	10,2	13,8	7,4	13,5	20,9	1,0	3,3	7,1	6,4
Dicembre	7,3	10,4	4,8	9,6	16,1	1,4	2,3	5,7	3,4
Medie anno	15,1	19,9	10,7	19,2	26,0	7,2	3,3	6,1	3,9

* Sono riportati i valori della temperatura media dell'anno 2015 calcolati secondo le osservazioni eseguite alle ore 8,00 - 14,00 - 19,00, tenendo conto anche dell'ora legale.

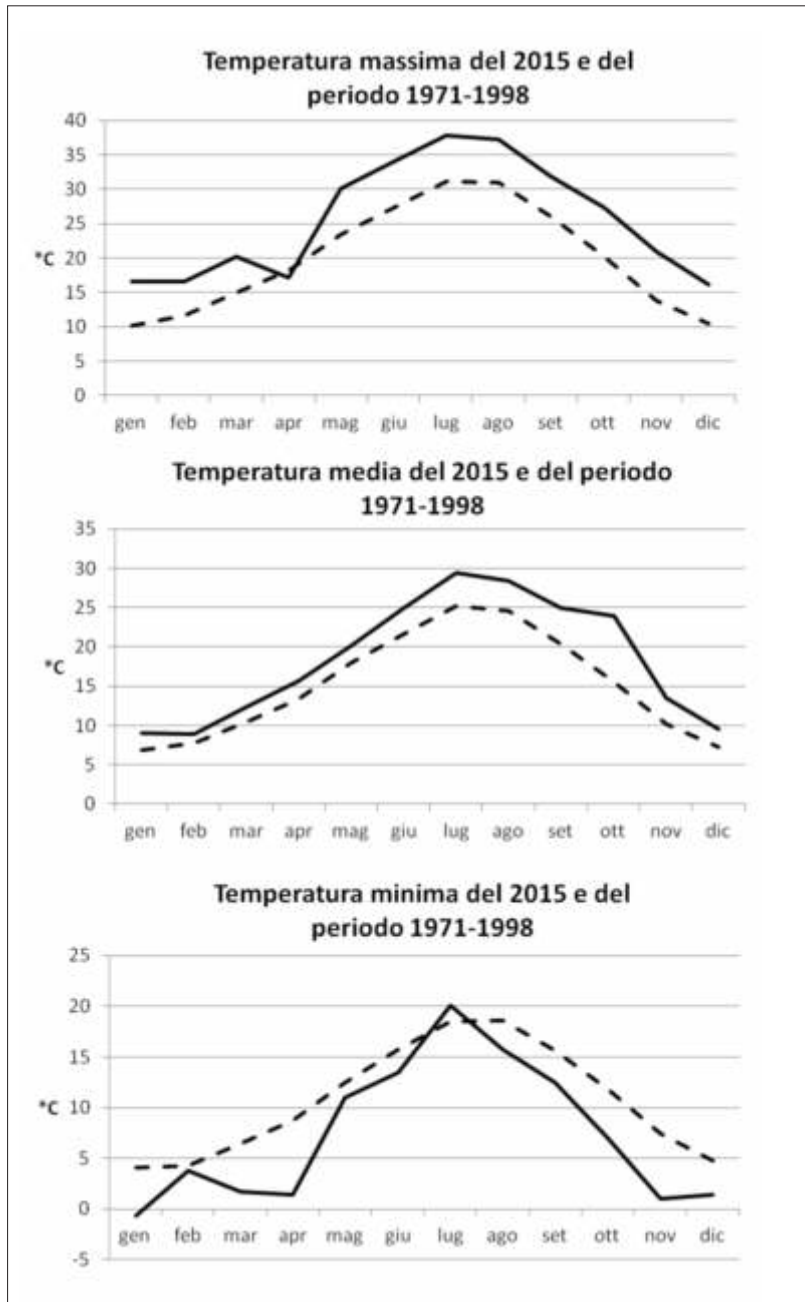


Fig. 4 –Andamento della temperatura media, massima e minima per il 2015 (linea intera) e per il periodo di riferimento 1971-1998 (linea tratteggiata).

E) L'EVENTO METEOROLOGICO DEL 1 AGOSTO 2015

Il 1 agosto 2015 un violento temporale ha investito la zona di Firenze-Sud e, in particolare, il parco dell'Albereta, avendo avuto la sua massima intensità tra le 19 e le 19,30. Si è trattato di un evento meteorologico di una così grande

violenza (alberi sradicati, tetti scoperchiati, ecc...) che molte persone lo hanno erroneamente identificato come una forte "tromba d'aria"; infatti con questo termine vengono spesso designate situazioni meteorologiche che si presentano con raffiche di vento violente, rovesci di pioggia, ecc...

In realtà molto spesso si tratta di fenomeni ben

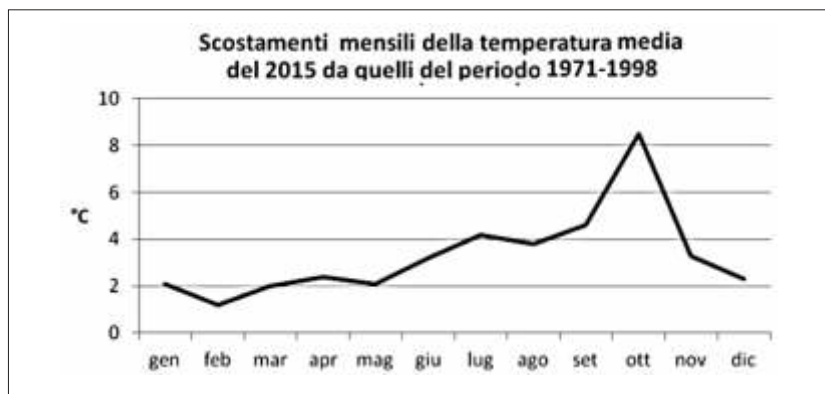


Fig. 5 – Scostamenti della temperatura media mensile del 2015 da quelli del periodo di riferimento.



Fig. 6 – In alto a sinistra, colonna di aria fredda che “impatta” suolo (down) con grandissima velocità (fonte, www.informarezzo.com). In alto a destra, vortice d’aria che ruota, dentro al quale nascono venti con direzioni opposte sia verticali che orizzontali con grande velocità (fonte www.tornatrix.net).

conosciuti ai meteorologi che li indicano con il termine DOWN-BURST (esplosione in basso) di tipo WET (bagnato).

Il fenomeno è dovuto a una colonna di aria fredda¹ proveniente da una (o più) nube temporalesca (cumulo-nembo), che “impatta” il suolo (down) con grandissima velocità; all’impatto con il suolo si espande orizzontalmente (divergenza) come una violenta esplosione (burst), producendo un vortice d’aria che ruota (v. Fig. 6) e dentro al quale nascono venti con direzioni opposte sia verticali che orizzontali con grande velocità.

Il fronte di questo vortice avanza rapidamente; su questo nascono delle raffiche di vento di velocità molto alta che possono provocare seri

danni alla vegetazione e alle strutture dei centri abitati.

Il fenomeno spesso è accompagnato da precipitazioni piovose e anche da copiose grandinate (tipo wet).

Il temporale, che ha dato luogo al down-burst del 1 agosto 2015 a Firenze, è nato all’interno del sistema temporalesco che dalla Corsica Settentrionale è arrivato sulle coste livornesi; la zona di formazione è stata tra Scandicci e Firenze. Si è trattato di un fenomeno localizzato in un’area più o meno ristretta come del resto avviene per gli eventi meteorologici di questo tipo.

¹ Nasce a causa della differenza di temperatura che esiste tra l’interno della nube temporalesca (bassa temperatura) e l’aria circostante (più calda). Si genera così uno scompenso di pressione tra l’interno della nube (pressione più alta) e l’esterno con conseguente nascita di un flusso di aria verso l’esterno.

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF MINIATURIZED SOLID-STATE DEVICES FOR ENVIRONMENTAL MONITORING ¹

MARA BRUZZI (*) - EMILIO BORCHI (**) - RENZO MACII (***)

(*) *Dipartimento di Fisica ed Astronomia, Università di Firenze, Italy.*

(**) *Direttore della Fondazione Osservatorio Ximeniano, Firenze.*

(***) *Responsabile della Sezione di Meteorologia della Fondazione Osservatorio Ximeniano, Firenze.*

Silicon carbide (SiC) photodetectors are nearly-blind to sunlight and to artificial room lighting. They have proved to be quite resistant to UV radiation. A suitable radiometer has been tested in recent years under solar radiation.. Two photodiodes are equipped with filters in the UVB and UVA ranges while a third is filtered to match the erythematic action spectrum. UV solar radiation have been monitored in years 2006 -2012 in earth's surface different sites and recently in two site positions in Tuscany, Italy. UV Index (UVI) – values measured with the SiC radiometers are in good agreement with computed ones used for weather forecasting procedures.

1. INTRODUCTION

In a recent study, the World Health Organization (WHO) reported that over 3 million people die each year from the effects of air pollution. This led to consider environmental monitoring as a stringent necessity, especially in urban sites. Increasing concerns are focused also on a multitude of parameters that can affect indoor air quality (IAQ) from gases such as carbon dioxide (CO₂), carbon monoxide (CO) and volatile organic compounds, particulates. In particular, Carbon monoxide (CO) is one of the most common and widely distributed air pollutants. It is a colourless, odourless and tasteless gas that is poorly soluble in water. Carbon monoxide has a slightly lower density than air. In the human body, it reacts readily with haemoglobin to form carboxyhaemoglobin. Carbon monoxide exposure is still one of the leading causes of

unintentional poisonings, causing a large number of deaths annually in Europe. The ambient concentrations measured in urban areas depends greatly on the density of combustion powered vehicles, and are influenced by topography and weather conditions. In the streets, the carbon monoxide concentration varies greatly according to the distance from the traffic; it is also influenced by topography and weather conditions. In general, the concentration is highest at the leeward side of the “street canyon”, and there is a sharp decline in the concentration from pavement to rooftop level. In the streets of large European cities, 8-hour average carbon monoxide concentrations are generally lower than 20 mg/m³ (17 ppm) with short peaks below 60 mg/m³ (53 ppm). Recently, portable carbon monoxide analysers with automated data-logging have become available for personal exposure monitoring. These measurements are based on the electrochemical reactions between carbon monoxide and deionized water, which are detected by specially designed sensors. Nowadays the

¹ Paper presented to the First International Conference on the Urban Methereology (*Firenze, Palazzo Medici-Riccardi, febbraio, 2013*)

resolution, stability and sensitivity of the electrochemical analysers are within the specifications of the reference method and, together with the data-logging systems, they fit into a pocket. CO₂ is one of the greatest variables affecting indoor environmental quality since it is produced by people occupying the building. CO₂ production is a function of the number, size and activity levels of the people present in the building. Local concentrations can therefore vary dramatically – for example when a meeting room is occupied, or while workers are on lunch or coffee breaks. Excess CO₂ levels can lead to tiredness and a lack of concentration and can contribute to the symptoms of Sick Building Syndrome such as headaches, eye, nose and throat irritation, itchy skin and nausea. Measurement of carbon dioxide levels is therefore an intrinsic part of indoor environmental quality strategies such as demand control ventilation.

Other environmental concerns beyond pollution refer to the high levels of exposure to ultraviolet radiation especially in outdoor workers and the associated increased risk of skin cancer. This is the most common type of cancer in the United States [1]. High levels of exposure to ultraviolet (UV) radiation increase the risk of all common forms of skin cancer, and approximately 65%-90% of melanomas are caused by exposure to UV radiation. UV radiation levels at earth surface are influenced by factors as: Sun elevation, latitude, cloud cover and aerosol presence, altitude, ozone concentration, ground reflection. At present, weather forecast analysis is used to determine the UV Index (UVI) from meteorological conditions, but the accuracy is limited by the quantity and quality of available input data on the UV solar radiation. Portable devices for UVA and UVB detectors directly embedded in garment accessories would be an interesting solution for real-time monitoring. To this purpose, miniaturized solid-state detectors with low-power consumptions should be best suited to this purpose.

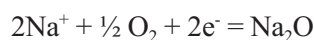
This paper presents a resume of the activity of Osservatorio Ximeniano on various aspects of environmental monitoring, from gas sensing

to solar UV radiation measurements, carried out by means of miniaturized solid-state devices.

2. EXPERIMENTAL SET-UPS AND RESULTS

Traditional approaches for gas sensing are based upon discrete sampling methods followed by laboratory analysis. The usual reference method for the measurement of the concentration of toxic gas as carbon monoxide in air is based on the absorption of infrared radiation by the gas in a non-dispersive photometer. This method is suitable for stable installations at fixed-site monitoring stations. Continuous analytical methods able to detect chemical species with high temporal and spatial resolution in real-time making use of portable devices are much more convenient for a systematic test in the field. This requires miniaturized and robust sensors, with high sensitivity and long lifetime. Electrochemical sensors represent an important subclass of chemical sensors, highly qualified for meeting size, cost, and power requirements of on-site environmental monitoring in real-time. Two electrochemical devices have been tested by the research group of Osservatorio Ximeniano to measure in real-time the CO and CO₂ concentrations. The device used to monitor CO concentration is produced by LASCAR Technologies, UK, and its specification are given in table 1.

A miniaturized electrochemical system has been used, based on a low-power consumption solid electrolyte CO₂ sensor. Signal processing is performed via a microcomputer. The CO₂ sensing element consists of a Na⁺ solid electrolyte formed between two electrodes together with a printed heater (RuO₂) substrate. The cathode (sensing element) consists of lithium carbonate and gold, while the anode (counter electrode) is made of gold. When sensor is exposed to CO₂ gas, the following electrochemical reaction occurs:



to get the overall chemical reaction: $\text{Li}_2\text{CO}_3 + 2\text{Na}^+ = \text{Na}_2\text{O} + 2\text{Li}^+ + \text{CO}_2$. As a result, electro-

Table 1 – Data Sheet of the data-logger based on electrochemical sensor to measure out-door carbon monoxide concentration.

Specification	Min.	Typ.	Max.	Unit.
Measurement range	0		300	ppm CO
Internal resolution		0.5		ppm CO
Accuracy (overall error)		± 4		% of reading
Repeatability		± 2		% of reading
Decay of reading over time		5		% of reading/year
Response time (to reach 90%)		1		minute
Legging rate	Every 10s	every 5min		-
Operating temperature range	-10 (14)	± 40 (104)		°C(°F)
Operating pressure range	900	1100		mbar
1/2AA 3.6V Lithium Battery Life		3 rd mount		

motive force (EMF) is generated according to Nernst's equation:

$$EMF = E_C - \frac{RT}{2F} \ln(p_{CO_2})$$

where p_{CO_2} is the CO_2 partial pressure, E_C a constant value, R is the gas constant and F the Faraday constant. By monitoring the electromotive force (EMF) generated between the two electrodes, it is then possible to measure the CO_2 concentration.

Demonstrative measurements with the above mentioned devices for real-time environmental monitoring are presented in the following. Measurements in a controlled climatic chamber with air in standard conditions allowed for measuring the base-line of the device during several hours, resulted in value always less than

1ppm. Fig. 1 and 2 show measurements performed when driving in a car (device positioned outside) along two different pathways within the urban site of Firenze. Measurements were taken during intense traffic in working days. Measurements show average values of 4.5 to 6.6ppm with peaks around 10-12ppm localized in sites where higher traffic occurred.

Experimental studies have been carried out also for indoor air quality monitoring. Here the CO_2 concentration developed by in-door workers has been characterized. Fig. 3 shows a measurement in laboratory taken during a period of 16 hours from 18:30 until approx 10:00 of the day after. During night-time until 9:00 the measured CO_2 concentration is $[CO_2] = \pm 10$ ppm. In the period 9:00 – 10:20 two workers are present in the lab: the CO_2 concentration

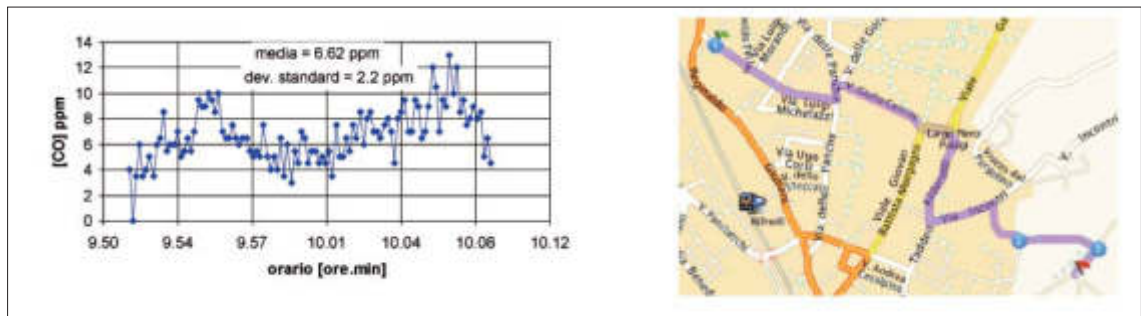


Fig. 1 – (Left) CO concentration revealed when driving in a car along the pathway shown on the right (via Locchi - Via S. Marta, Firenze) when intense traffic occurred.

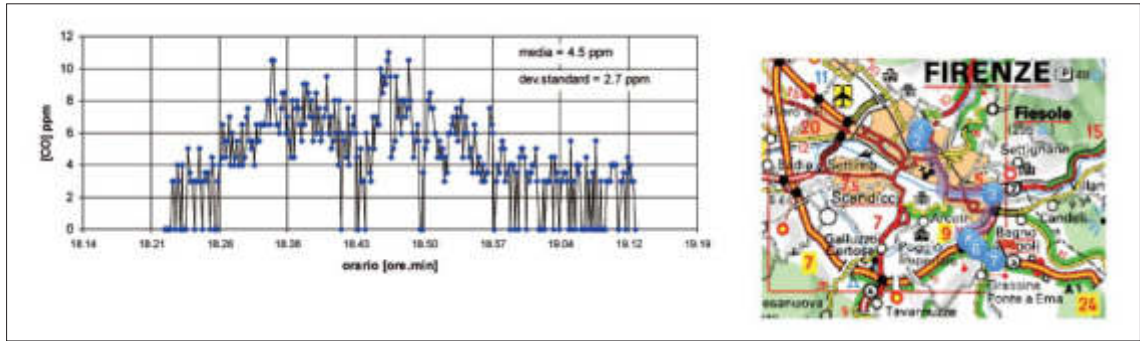


Fig. 2 – CO concentration as measured during pathway shown in bottom figure Firenze Via S. Marta - Firenze Sud) on a working day during intense traffic.

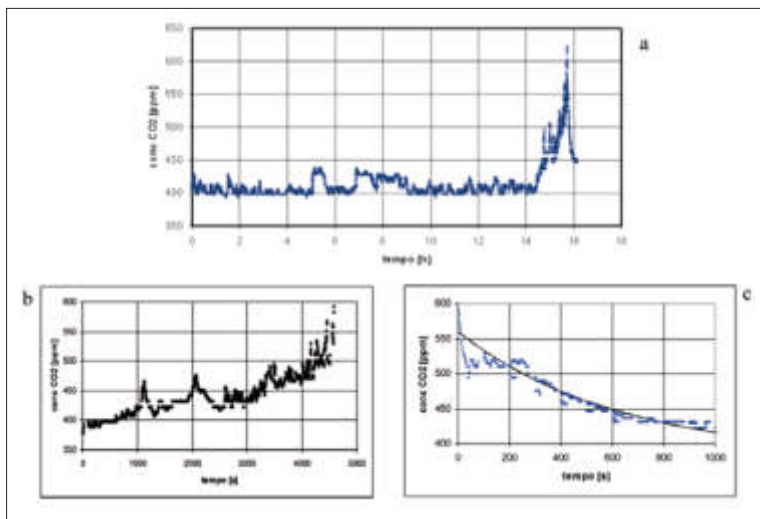


Fig. 3 – (a) Real-time monitoring of the in-door CO₂ concentration with electrochemical sensors; (b) detail of the above due to the presence of two workers in the room; (c) detail of the exponential decrease after their left.

increases correspondingly (fig. 3a), up to a peak of about 600ppm, then decreases exponentially (fig. 3b) down to 420 ppm.

A different set-up has been developed for real-time monitoring UVA and UVB components from solar radiation by means of silicon carbide (SiC) photodiodes with <math><1\text{mm}^2</math> active area. Advantages of using SiC are related to its wide bandgap (4H-SiC ≈ 3.2 eV), so that only light with wavelength shorter than ~ 400 nm is absorbed and produces photocurrent. Consequently the devices are intrinsically nearly-blind to sunlight and to artificial room lighting. SiC devices are less affected by temperature changes than silicon and quite resistant to UV radiation. A radiometer based on three filtered SiC photodiodes with integrated electronic read-out has been developed. Two photodiodes

are equipped with filters in the UVB, (280-315nm) and UVA, (315-400nm) ranges while a third is filtered to match the erythemal action spectrum. A photograph of the three devices is shown in fig 4a. The JEC-1-I-DE photodiode used to measure the UVI comes from the Company Electro Optical Components, Inc with a diffuser to provide a cosine response versus angle of incidence, while the JIC137A and JIC167B photodetectors are encapsulated with no diffuser. These two photodetectors are lodged in a case at a depth of 3mm, with a 6.35mm diameter glass-window, so they can detect direct radiation only within a cone of approximately 40° aperture. To avoid loss of responses due, a diffuser was then added by us also to the UVA and UVB photodetectors. Difference of relative signals with and without diffuser is shown for the

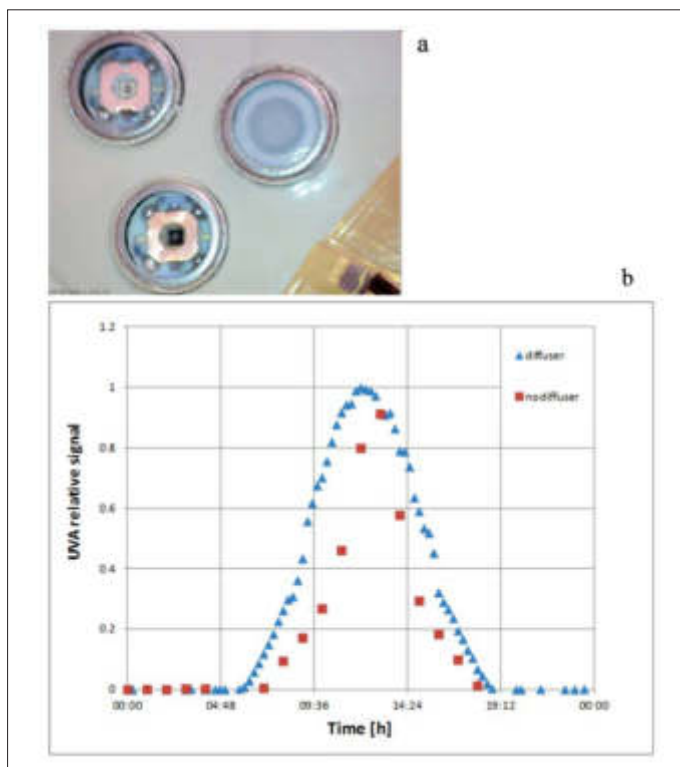


Fig. 4 – (a) Photograph of the sensing head equipped with three SiC photodiodes JIC137A, JIC167B and JEC-1-I-DE for UVA, UVB and UVI monitoring; (b) difference of UVA relative signals with and without diffuser.

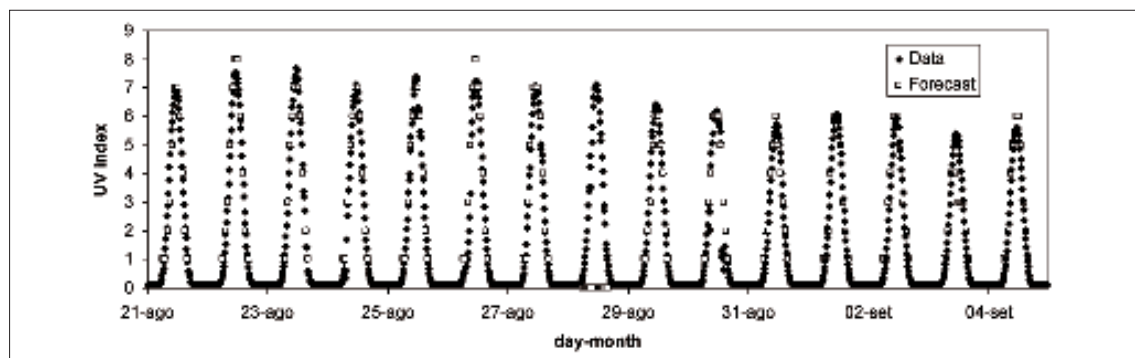


Fig. 5 – UV index measured by means of the JEFC SiC photodiode compared with those of forecast as a function of GMT.

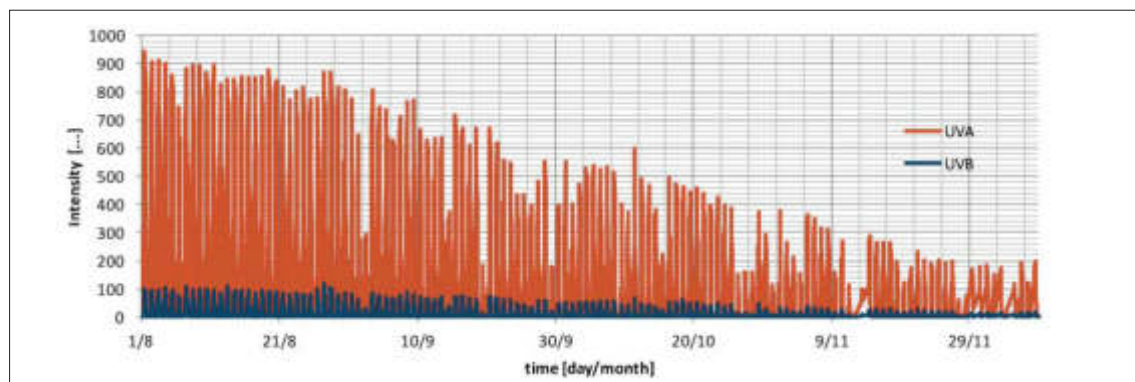


Fig. 6 – Daily monitoring of the UVA and UVB signals from Aug 1 to Dec. 8 2012 at the TECKNA site (Signa, Prato).

JIC137A photodetector is shown in the same figure. We observe that without diffuser the photodiode significantly under-estimates the UV signal during the day. Fig. 5 shows the measured UVA and UVB signals in the period from Aug. 1 to Dec. 8 in 2012 (measurement site at TECKNA, Signa, Prato).

Recent technological advances enable sensors to be fully automated and integrated with flow-based delivery systems and wireless communication technology (no need of being physically attached to a base station). Wireless Sensor Networks (WSN) are formed by a large number of sensing nodes at the ground level. These devices are monitoring and measuring physical parameters from the environment. WSNs are intended to allow for efficient data collection and event control. Future developments of Osservatorio Ximeniano and TECKNA are directed in applying the reviewed

technologies to WSN. Results will be discussed in forthcoming papers.

REFERENCES

- [1] J. Zhou and A. Mason, Communication buses and protocols for sensor networks, *Sensors*, 2002, 2, 244-257.

GLOBAL ACTIVITY REFERENCES

- Emilio Borchì, Renzo Macii, *Il progetto UV alla Fondazione Osservatorio Ximeniano*, Pagnini Editore, Firenze, 2007.
- Emilio Borchì, Renzo Macii, Mara Bruzzi, M. Scaringella, Monitorino solar ultraviolet radiation with siliconcarbide photo-detectors, *Atti della Fondazione Giorgio Ronchi*, Anno LXVII, p. 69-79, 2012.
- Emilio Borchì, Mara Bruzzi, Renzo Macii, M. Scaringella, Characterisation of SiC photo-detectors for solar UV radiation monitoring, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A658(1), 121-124, 2011.

METHANE AND CARBON DIOXIDE FLUXES AND SOURCE PARTITIONING IN URBAN AREAS: THE CASE STUDY OF FLORENCE, ITALY

BENIAMINO GIOLI (*) - PIERO TOSCANO (*) - EMANUELE LUGATO (*)
ALESSANDRO MATESE (*) - FRANCESCO MIGLIETTA (*) (**)
ALESSANDRO ZALDEI (*) - FRANCESCO P. VACCARI (*)

(*) *Institute of Biometeorology (IBIMET e CNR), Via G. Caproni 8, 50145 Firenze, Italy.*

(**) *FoxLab, Edmund Mach Foundation, Via E. Mach 1, San Michele all'Adige, Trento, Italy.*

Long-term fluxes of CO₂, and combined short-term fluxes of CH₄ and CO₂ were measured with the eddy covariance technique in the city centre of Florence. CO₂ long-term weekly fluxes exhibit a high seasonality, ranging from 39 to 172% of the mean annual value in summer and winter respectively, while CH₄ fluxes are relevant and don't exhibit temporal variability. Contribution of road traffic and domestic heating has been estimated through multi-regression models combined with inventorial traffic and CH₄ consumption data, revealing that heating accounts for more than 80% of observed CO₂ fluxes. Those two components are instead responsible for only 14% of observed CH₄ fluxes, while the major residual part is likely dominated by gas network leakages. CH₄ fluxes expressed as CO₂ equivalent represent about 8% of CO₂ emissions, ranging from 16% in summer to 4% in winter, and cannot therefore be neglected when assessing greenhouse impact of cities.

1. INTRODUCTION

Urban and suburban areas, despite covering only 2% of the Earth's surface (Satterthwaite, 2008), are responsible for a large fraction of greenhouse gas (GHG) emissions to the atmosphere, spanning from 30 to 40% of global anthropogenic emissions. In 2008 more than half the world population lived in urban areas and this is expected to reach five billion people in 2030 (UNFPA, 2010), exposing cities to growing environmental pressure. In urban areas, emissions from different compartments coexist: domestic and public buildings and facilities, industrial activities, public and private road transport. The partitioning of overall emissions into compartment-based and spatially resolved fluxes is typically accomplished by meta-analysis of fossil fuel consumption and road traffic inventorial data, combined with the application of specific emission factors for each category (Mensink et

al., 2000). However, these approaches still lack adequate spatial and temporal resolution (Crawford et al., 2011). Since validation studies are rare, uncertainties in emission models are high, and the main factors affecting prediction errors are still poorly understood (Smit et al., 2010). Direct measurements of surface emissions with the eddy covariance micrometeorological technique might provide important information on spatial and temporal variability of surface fluxes, as demonstrated by the increasing number of measurement campaigns in urban and suburban areas in the recent years (Grimmond et al., 2002, 2004; Nemitz et al., 2002; Soegaard and Møller-Jensen, 2003; Moriwaki and Kanda, 2004; Rotach et al., 2005; Velasco et al., 2005; Vesala et al., 2008; Matese et al., 2009; Pataki et al., 2009; Pawlak et al., 2011; Helfter et al., 2011).

Velasco and Roth (2010) recently reviewed the network of urban eddy covariance measurements. Since eddy covariance requires fast response gas

analyzers to measure atmospheric concentrations, only carbon dioxide (CO_2), water vapour and energy fluxes have commonly been measured, revealing that cities are an important source of the global carbon budget (Vogt et al., 2006). The question arises if CO_2 is the only predominant GHG in cities, or if other ones might give a significant contribution. Methane (CH_4) is the second radiatively important GHG, has a global warming potential (GWP) 25 times that of CO_2 (Forster et al., 2007) over a horizon of 100 years, and an extended lifetime of 7.9 years (Lelieveld et al., 1998). CH_4 is emitted both naturally and through human activities, the latter likely responsible for its atmospheric increase from 750 parts per billion (ppb) in 1800 (Simpson et al., 2002; Dlugokencky et al., 2003) to the current 1770 ppb (NOAA, 2008). The IPCC reports wide ranges in the anthropogenic CH_4 emissions that are partly due to urban areas (IPCC, 2006), while 15% to 40% of them has been estimated to derive from gas and oil production, industry sector, landfills and waste treatment (Denman et al., 2007). While combusted CH_4 is transformed into CO_2 , its emission as incombusted gas may significantly raise the overall greenhouse warming potential. CH_4 emissions as incombusted gas in an urban area can derive from leakages in the gas distribution and domestic networks, and/or in the individual combustion systems. CH_4 emissions are also associated with car exhaust gases (Heeb et al., 2003), and these have been reported to be a significant fraction of the overall CH_4 tropospheric content (Nakagawa et al., 2005). Other types of domestic heating systems, like wood stoves, also produce small amounts of CH_4 (IPCC, 2010). Direct measurements of such emissions can be made for single pipe lines, chimneys and single cars, but not at larger spatial scale, like the urban landscape scale that integrates all the single contributions. Back in 1984 Blake et al. have reported higher atmospheric methane concentrations in cities with respect peri-urban areas, attributed to gas network leakages. Estimations of CH_4 emissions at urban scale have been only rarely attempted, through atmospheric mass budgeting techniques based on isotopic discrimination measurements (Fowler et al., 1996), or

confined to urban lakes (López Bellido et al., 2011). Overall, CH_4 emissions are still poorly investigated as well as their CO_2 equivalent contribution with respect to other GHG sources. New fast response instruments are now becoming available for CH_4 atmospheric measurements, based on laser spectroscopy (Detto et al., 2011), that include open path devices especially designed for eddy covariance flux measurements (McDermitt et al., 2011). In this study we used such instrumentation with the aim of measuring, for the first time, coupled fluxes of CH_4 and CO_2 over a highly urbanized environment, in the city of Florence, at the Ximeniano Observatory infrastructure. At this site, CO_2 fluxes have been monitored for several years (Matese et al., 2009), allowing an assessment of their seasonality and inter-annual variability, as well as their partitioning into road traffic and domestic heating related components. Since most domestic heating here is supplied by methane combustion, CH_4 fluxes have been measured in 2011 across the transition from extensive use of domestic heating in late winter to low use intensity in late spring. With this observation framework, combined with road traffic and gas consumption inventorial data, we aim to assess the relative importance of different sources to total carbon dioxide and methane emissions. The different seasonality and intra-day dynamics of both GHG gas emissions is discussed, and the methane loss due to network leakage assessed. Using the past data and the new CO_2 and CH_4 measurements, this study aims to assess the GHG potential of a methane-based domestic distribution network like that in Florence, through a methodology that can provide valuable information for urban planning activities dealing with energy use policies, emission and air quality monitoring, monitoring and maintenance of gas distribution networks.

2. MATERIALS AND METHODS

This section first describes the data sources used in the study: CO_2 and CH_4 flux measurements, road traffic amounts, gas consumption amounts, and inventorial CO_2 and CH_4 emission

data; then the multiple regression approach that has been applied to assess CO₂ and CH₄ fluxes related to road traffic and domestic heating.

2.1. Eddy covariance flux data

Turbulent fluxes of energy, momentum, CO₂ and CH₄ were measured at an urban station in Florence, Italy (43°47' N, 11°15' E) at the Ximeniano Observatory, in the historical city centre (Fig.1). A 3mmast was erected on a typical tile roof 33m above street level and 14 m above average roof level. The eddy covariance setup consisted of a sonic anemometer (Metek, mod. USA1) a CO₂/H₂O open path infrared gas analyzer (Licor, mod. 7500), a CH₄ open path analyzer (Licor, mod. 7700). Raw data were acquired at frequency of 20 Hz. Momentum, energy, CO₂ and CH₄ fluxes were derived. Quality-control procedures included despiking, instrument failure detection in rainy conditions, and stationarity analysis (Foken and Wichura, 1996). Single point storage correction was applied as described in Papale et al. (2006). A threshold friction velocity equal to 0.13 m s⁻¹ was derived by analyzing the dependence of night time CO₂ flux on u* on selected periods and detecting the value beyond which the flux levelled off. The storage correction was applied before the u* correction to avoid the double counting effect. Data that failed quality criteria were gap-filled with a procedure based on a mean diurnal variation (Falge et al., 2001), where a missing observation at a certain time is replaced by the mean for that time based on adjacent days. A number of 10 adjacent days has been used. Path averaging and sensor separation corrections were applied using the Moore (1986) first order transfer functions. For methane, correction terms related to air density fluctuations affecting both spectroscopic response and mass density retrieval, were applied as detailed by Licor (Li7700 manual). The magnitude of the density and spectroscopic correction resulted on average positive and equal to 11.5% of raw flux, and reached 100% only in 0.6% of the dataset.

Footprint calculations were made at half-hourly resolution using an analytical footprint model (Hsieh et al., 2000), calculating the peak upwind footprint distance and the distance containing 90% of measured flux, as a function of wind

speed and direction, atmospheric stability, measurement height and surface roughness.

Roughness length was calculated at an average of 1.02 m directly from micrometeorological data by assuming similarity-theory relations for the surface layer (Matese et al., 2009).

In this study we refer to a 'long-term' dataset that contains CO₂ fluxes spanning ~6 years from March 2005 to June 2011, and a 'short-term' dataset that also includes CH₄ flux measurements, spanning 3 months from March 1st to June 1st, 2011.

2.2. Road traffic and gas consumption data

Road traffic in the centre of Florence is regulated by a restricted traffic area, where optical systems at several checkpoints (Fig. 1) are used for access control. The City Council offices (Direzione Mobilità, Comune di Firenze) provided traffic data reporting the number of vehicles passing these checkpoints at daily resolution. The weekly number of vehicles passing all the checkpoints (N_{road}), normalized by annual amount, has been used as a proxy for road traffic intensity in the city centre area.

Natural gas (i.e methane) distribution to the city centre is monitored at three main pumping stations (Ugnano, Rifredi, Dicomano), and daily data of flow rates have been provided by the management company (Società Toscana Energia S.p.A). The weekly amount of distributed CH₄ (N_{heat}) normalized by annual amount has been used as a proxy for domestic heating intensity.

2.3. CO₂ and CH₄ inventorial emission data (IRSE)

The regional administration of Tuscany developed a Regional Emissions Inventory (IRSE) based on the Corinair methodology (EEA, 2007), which contains annual amounts of pollutants emitted in 1995, 2000, 2003, 2005 and 2007, spatially disaggregated at 1 km² resolution. IRSE data source categories are based on the SNAP 97 European classification, and contribute to the National Environmental Information System (SINANET, www.sinanet.isprambiente.it). Actual emission factors for road traffic are calculated on the basis of city specific chara-

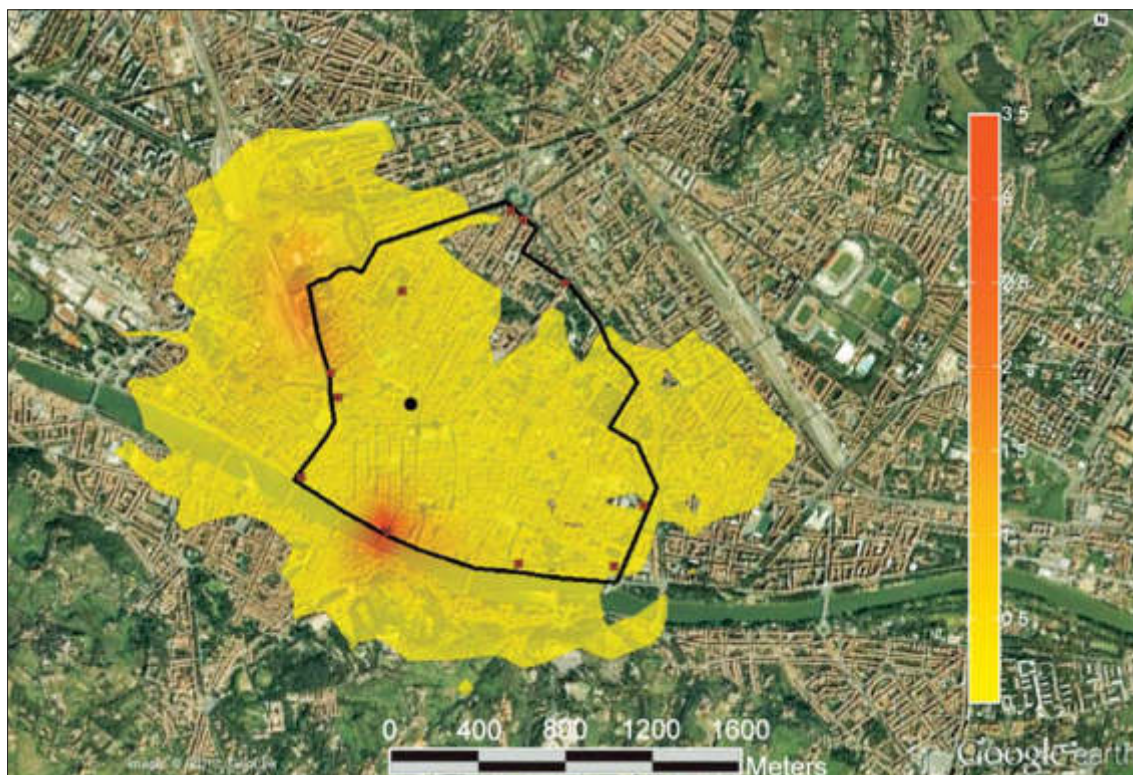


Fig. 1 – Aerial photo of study area in Florence city centre, with indications of the measurement site (circle), restricted traffic area boundaries (black line), entry checkpoints to restricted area (red squares). Contour surface represents density of calculated footprint distances (i.e. distances containing 90% of observed flux) expressed as absolute percentage. (For interpretation of the references to colour in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

cteristics of the circulating vehicles, in terms of age, type of fuel, driving speed. From the 1 km₂ pixel containing the measurement site, the following emission data have been extracted:

- 1) annual emissions of CO₂ and CH₄ related to source categories contributing for more than 99% to total amounts.
- 2) the ratios between annual CO₂ and CH₄ emissions related to road traffic (R_{road}) and domestic heating (R_{heat}), representing emitted CO₂ moles for each emitted CH₄ mole. These ratios, computed averaging the years 2003, 2005 and 2007 resulted as $R_{road} = 1672 \pm 583$ g CO₂/g CH₄, and $R_{heat} = 13200 + 1680$ g CO₂/g CH₄.

2.4. CO₂ and CH₄ emissions associated to road traffic and domestic heating

Observed CO₂ fluxes over the 6-year study period (FCO_{2_obs}) can be reasonably entirely disentangled in two components (Matese et al.,

2009): fluxes resulting from road traffic (FCO_{2_road}) and from domestic heating systems (FCO_{2_heat}), neglecting the contributions from other CO₂ sources and from any CO₂ sink. The validity of this assumption is also confirmed by the inventorial data of IRSE, that allocate to these two categories more than 99% of the reported emissions in Florence city centre. Assuming that FCO_{2_road} and FCO_{2_heat} are proportional to the actual number of vehicles circulating and the actual gas consumption within the footprint area, respectively, the observed CO₂ total flux was partitioned according to the following equation:

$$FCO_{2_obs} = FCO_{2_road} + FCO_{2_heat} = a * N_{road} + b * N_{heat} \quad (1)$$

where N_{road} are normalized weekly amounts of vehicles passing at all entry checkpoints to the city centre, N_{heat} are normalized weekly gas flow rate amounts at the three main city network nodes, a and b are regression coefficients which

behave as partition factors. By using normalized amounts, we actually make the only assumption that road traffic and gas consumption proportions in the footprint area are the same as in the city centre area.

Unlike CO₂, total methane fluxes include additional source categories. Inventorial IRSE emission data for Florence area report three of those categories (i.e ‘road transportation’, ‘not-industrial combustion processes’, ‘extraction and distribution of fossil fuels’) contributing for more than 99% to total amounts. Consequently, observed CH₄ fluxes can be initially assumed as the sum of three independent terms: emissions associated with road traffic (FCH_4_{road}), with natural gas domestic heating (FCH_4_{heat}), and with natural gas distribution with associated network leakage (FCH_4_{net}).

$$FCH_4_{obs} = FCH_4_{road} + FCH_4_{heat} + FCH_4_{net} \quad (2)$$

We use a combination of emission factors information and observed CO₂ fluxes to estimate the first two components, assessing the third component as a residual term, and discussing the role of other potential sources. Precisely, emissions related to road traffic and domestic heating (FCH_4_{road} and FCH_4_{heat} , respectively), were estimated on the basis of their CO₂ fluxes (FCO_2_{road} and FCO_2_{heat} , respectively) calculated with Eq. (1), and the ratios between CO₂ and CH₄ inventorial-based emissions described above (R_{road} and R_{heat}), resulting as:

$$FCH_4_{road} = FCO_2_{road} / R_{road} \quad (3)$$

$$FCH_4_{heat} = FCO_2_{heat} / R_{heat} \quad (4)$$

It is worth noting that this method is not using IRSE inventorial emission data directly, which could suffer from limited spatial and temporal representativity, but only the ratios between the two GHG emissions, which are constant in time, since they depend only on vehicles composition and heating system types.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Long-term CO₂ fluxes

Flux measurements at the Ximeniano Observatory started in 2005, and have been

running up to the present. The footprint boundary containing 90% of the observed flux extends around the observation point for an average distance of 900 ± 515 m (Fig. 1); most densely sampled areas are located to the south and north-west of the observation point. Such prevailing wind directions are partly related to study area orography, as city is surrounded by high hills (~300-500 m) to the north and north-east, low hills to the south (~100-200 m), while it is open to the east and west. The footprint area is quite homogeneous and entirely composed by a densely inhabited urban landscape, with negligible green areas nor any industrial activity (Fig. 1). Atmospheric conditions are mostly unstable, in all seasons and both during day and night time, driven by positive mean sensible heat fluxes (Table 1). Night time slight instability is likely caused by the release of heat stored in the urban canopy during the day in summer, and by anthropogenic heat flux in winter. Stable conditions are observed in only 8%, 4% and 0% of nights, in winter, autumn/spring and summer, respectively. In such conditions, flux footprints extend on average for 90% longer distances than during unstable conditions. Friction velocity is low and close to the threshold value (0.13 m s^{-1}) at night (Table 1).

Overall, at night and early morning 17% of data failed the stationarity criteria, 28% failed the u^* threshold criteria, while 13% failed both.

This resulted in a quite large amount of data to be discarded, which is not surprising especially at urban sites (Vesala et al., 2008). A strong seasonality is present in observed CO₂ fluxes (Fig. 2a): FCO_2_{obs} has a mean annual value of $83.0 \pm 0.9 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, reaches its minimum in July of $36.9 \pm 0.7 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ and its maximum in January of $149.8 \pm 2.2 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ (Fig. 2a). Natural gas consumption data (N_{heat}) similarly exhibit a clear seasonality with a maximum in winter, while road traffic (N_{road}) is almost constant during the year with only a significant minimum in the month of August (Fig. 2a), related to summer holidays. Results of the partitioning regression model (Eq. (1)) are highly significant ($r^2 = 0.98$, $p < 0.01$), likely constrained by the different correlations of

Table 1 – Atmospheric conditions at night time (hours between 23.00 and 4.00) and day time (hours between 9.00 and 16.00) in different seasons (*Winter* = Nov. to Feb.; *Spring/Autumn* = March to May and Sept. to Oct.; *Summer* = June to Aug.). H is sensible heat flux, u is wind speed, u^* is friction velocity, with associated 95% confidence interval. Percentages of stable, neutral, or unstable nights and days have been computed by classifying atmospheric stability with the parameter $(z-d)/L$ (z = measurement height [33 m]; d = zero plane displacement [15.2 m]; L = MonineObukhov length).

	H [$W\ m^{-2}$]	u [$m\ s^{-1}$]	u^* [$m\ s^{-1}$]	% stable	% neutral	% unstable
Night time						
<i>Winter</i>	10.74 ± 0.5	1.71 ± 0.03	0.16 ± 0.004	8.0	15.7	76.3
<i>Spring/Autumn</i>	13.60 ± 0.3	1.83 ± 0.02	0.16 ± 0.003	4.0	11.1	84.8
<i>Summer</i>	18.37 ± 0.4	1.85 ± 0.03	0.15 ± 0.003	0.0	3.6	96.4
Day time						
<i>Winter</i>	44.6 ± 1.5	2.01 ± 0.06	0.28 ± 0.009	0.7	22.5	76.9
<i>Spring/Autumn</i>	106.7 ± 2.3	2.50 ± 0.05	0.38 ± 0.008	0.2	21.8	78.1
<i>Summer</i>	146.5 ± 3.3	2.44 ± 0.07	0.38 ± 0.008	0.0	8.9	91.1

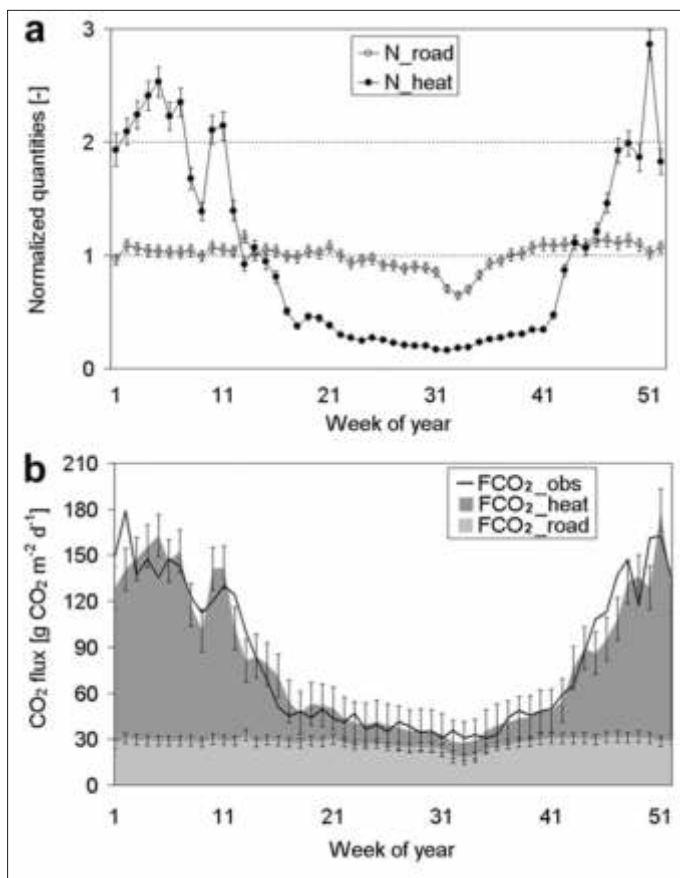


Fig. 2 – (a) Normalized weekly data of road traffic amounts at all entry checkpoints to Florence city centre (N_{road}), normalized weekly natural gas consumption at the 3 city area distribution nodes (N_{heat}). Study period is long-term (5 years), vertical bars represent 95% confidence intervals. Normalization is achieved dividing both data by annual mean. (b) weekly CO₂ fluxes related to road traffic (FCO_{2_road} , grey area), domestic heating (FCO_{2_heat} , dark grey area) and to observations (FCO_{2_obs} , black line). FCO_{2_heat} is added to FCO_{2_road} to compare with observations. Uncertainty vertical bars for FCO_{2_road} and $FCO_{2_road} + FCO_{2_heat}$ are calculated propagating standard errors regression coefficients (Eq. (1) in the text).

N_{heat} and N_{road} ($r = 0.97$ vs $r = 0.18$) with FCO_{2_obs} . Estimated weekly fluxes composed by FCO_{2_road} and FCO_{2_heat} , considering the uncertainty propagated through the regression model, are in good agreement with observations over the year (Fig. 2b). Natural gas combustion is the predominant contribution, while the

relatively low contribution of road traffic, which is 28% on average and ranges from 13% in January to 56% in July, can be mainly attributed to traffic restrictions, since the tower footprint is mostly contained within the controlled traffic area. It is worth noting that this approach is basically only dependent on normalized time

trends of traffic count and gas consumption that are assumed valid in the city area, without a need to estimate actual number of circulating cars and actual natural gas usage within the eddy tower footprint. Observed annual total fluxes can be compared with inventorial data from the IRSE database, reporting a total CO_2 emission of $70.0 \pm 3.6 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, with road traffic contribution of $37.2\% \pm 3.1\%$, and domestic heating contribution of $62.7\% \pm 3.1\%$. Inventorial data thus exhibit 19% lower emission with respect to observations, and a relatively more important contribution of road traffic. Both these differences maybe related to the specificity of the historic city area: a very high population density related both to residential and to various forms of tourism, which can generate higher actual emissions than an inventorial estimate based on statistical indicators; on the other hand, a very strict control and restriction of road traffic might not be properly parameterized by inventorial methodologies, thus tending to overestimate the traffic contribution. Given such practical limitations preventing this information from being used as direct validation data, the agreement between the two datasets at annual scale is relatively and surprisingly good.

3.2. Short-term CO_2 and CH_4 fluxes

During late winter to late spring 2011, CH_4 fluxes were measured together with CO_2 fluxes. Weekly averages of both scalar fluxes are reported in Fig. 3a. During the first part of the study period heating systems were functioning, while they were progressively switched off during the month of April. CO_2 fluxes are $67.9 \pm 3.9 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ on average and exhibit a descending trend during the season as the weather becomes warmer. This is confirmed by the significant negative correlation ($r = -0.86$, $P < 0.05$) between observed CO_2 fluxes and air temperature. Methane fluxes are significant at $189.2 \pm 7.0 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ during the study period, while they don't show significant temporal variability (Fig. 3a) nor any significant correlation with air temperature ($r = -0.04$).

CO_2 fluxes, partitioned into road traffic and domestic heating components with the long-term coefficients and regression model [1], highlight

that $F_{\text{CO}_2_heat}$ is responsible for 83% and 41% of total flux at the beginning and end of the short-term study period, respectively. Moreover, the estimated total flux ($F_{\text{CO}_2_road} + F_{\text{CO}_2_heat}$) is in a good agreement with observations at weekly scale (Fig. 3b).

Average $F_{\text{CH}_4_road}$ and $F_{\text{CH}_4_heat}$ estimated by means of Eq. (3) and (4), resulted 19.0 ± 3.7 and $4.9 \pm 0.8 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ respectively, accounting for only 10 to 20% of observed CH_4 fluxes (Fig. 3c). These findings support that: i) CH_4 fluxes are constant over time, thus are basically independent of actual intensity of natural gas heating, and ii) network leakages are likely responsible for a very large fraction of observed CH_4 fluxes. In fact, network leakages are basically independent of actual natural gas usage and flow rates, since the network is always maintained at a target operating pressure: as demand increases, flow rates increase but pressure in the network remains constant (F. Ringressi, Toscana Energia, personal communication). To further investigate flux variability, we examined the daily course of CO_2 and CH_4 fluxes during study period (Fig. 4), dividing data into 'cold' (mean $T_a = 284.6 \text{ K}$) and 'warm' (mean $T_a = 293.2 \text{ K}$) sub-periods, which are likely associated to different usage intensity of domestic heating. Hourly data can in fact reveal both the presence and the magnitude of diurnal patterns, which are likely associated to road traffic and domestic heating, and the magnitude of background fluxes. CO_2 fluxes during 'cold' conditions exhibit a typical pattern, that can be divided into 3 phases (Fig. 4a): i) low fluxes at night, when atmospheric conditions are typically slightly unstable or neutral (Table 1), road traffic is reduced, and domestic heating emissions are low; the positive storage term in such conditions accounts for 24% of average fluxes ii) a high CO_2 build up in the morning, driven by the concurrence of increasing traffic and domestic heating, and development of turbulence that starts mixing the high concentration nocturnal layer, also generating a negative storage term, iii) a daily pattern with decreasing fluxes during the day, a small late evening peak, until night conditions are again established. During 'warm' conditions, while the CO_2 flux magnitude is

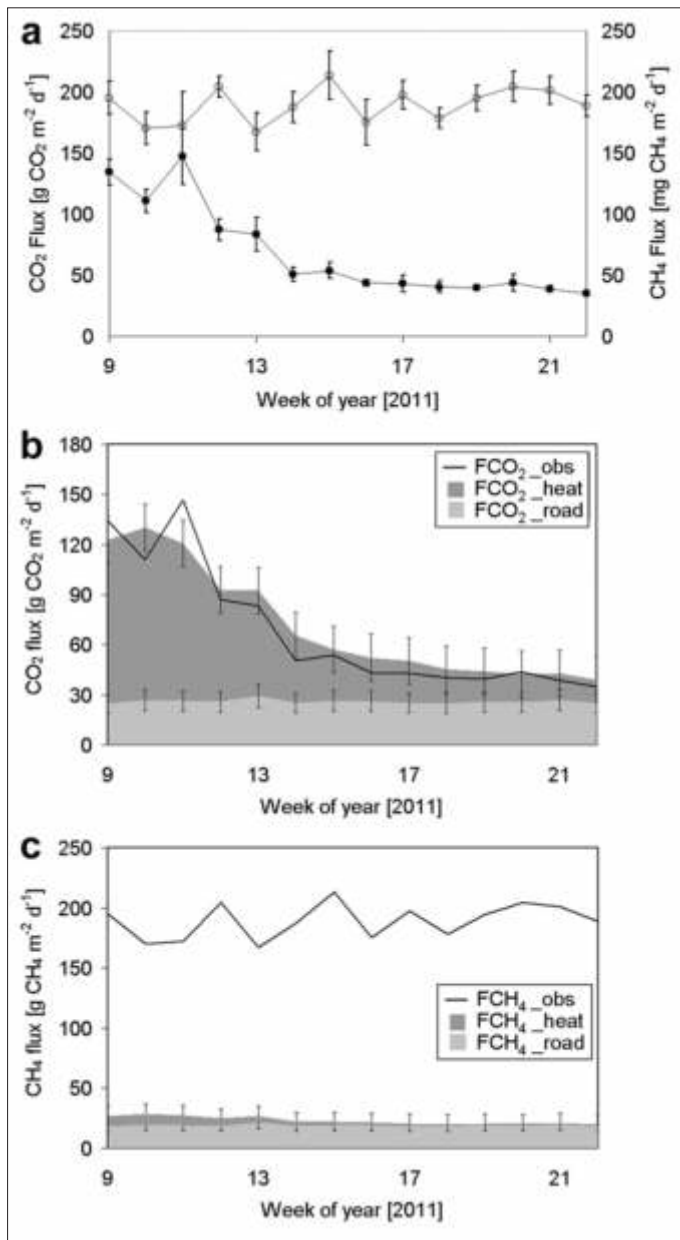


Fig. 3 – a) weekly averages of CO₂ (black circles, left axis) and CH₄ (empty circles, right axis) fluxes measured during short-term study period in 2011. b), c) weekly CO₂ (b) and CH₄ (c) fluxes related to road traffic (FCO_2_road (b) and FCH_4_road (c), grey area), domestic heating (FCO_2_heat (b) and FCH_4_heat (c), dark grey area), and to observations (FCO_2_obs (b) and FCH_4_obs (c), black line). FCO_2_heat and FCH_4_heat are added to FCO_2_road and FCH_4_road to compare with observations. Uncertainty vertical bars for FCO_2_road and $FCO_2_road + FCO_2_heat$ are calculated propagating standard errors regression coefficients (Eq. (1) in the text). Uncertainty vertical bars for FCH_4_road and $FCH_4_road + FCH_4_heat$ are calculated propagating uncertainty in FCO_2_road and FCO_2_heat through Eqs. (3) and (4) in the text.

significantly lower reflecting the lower intensity of domestic heating, its peak in the morning occurs three hours later than during ‘cold’ conditions: this is likely the result of both lower carbon emissions at night when heating systems are switched off, and overall higher turbulent mixing, driven by increased incoming radiation in spring with respect to winter. CH₄ fluxes only partly exhibit a similar daily pattern: unlike CO₂,

the difference between ‘cold’ and warm conditions is not significant, similarly to what was previously shown at weekly scale (Fig. 3a). Like CO₂, a diurnal pattern is present reflecting increased emission during day time with a peak in the morning at 8:00. Furthermore, nocturnal CH₄ fluxes are significant suggesting that also when road traffic and domestic heating are very low, CH₄ emissions are consistent and almost

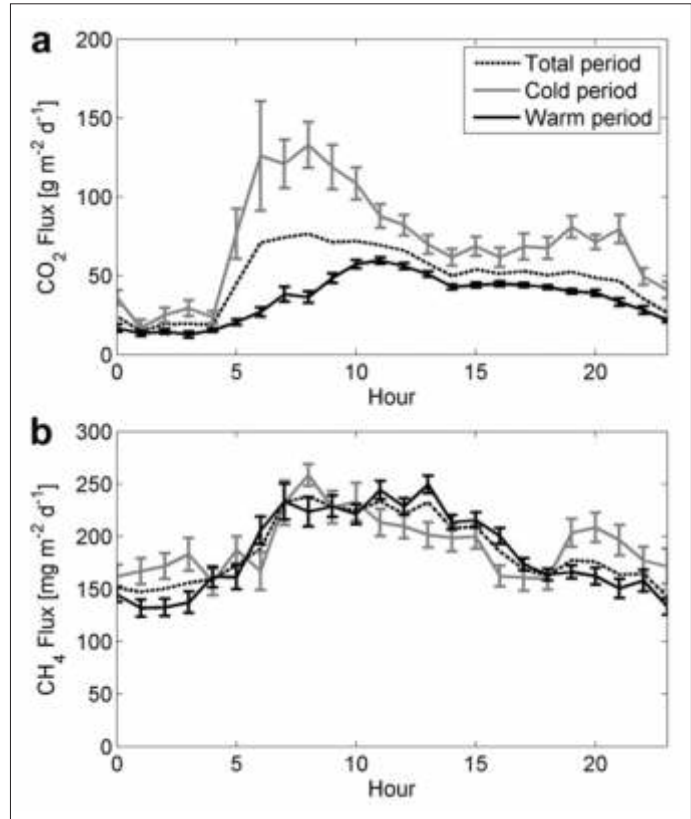


Fig. 4 – Daily patterns of CH₄ (a) and CO₂ (b) observed hourly fluxes, measured during short-term study period in 2011. Data have been split into a cold period (March 1st to April 18th, 2011, grey lines) and a warm period (April 19th to June 1st, 2011, black lines). Dashed lines refer to entire study period, vertical bars represent 95% confidence intervals.

constant. The CH₄ baseline night emission, computed as the average flux from midnight to 5:00, represents $82\% \pm 3\%$ of average daily flux and $60\% \pm 2\%$ of peak flux observed at 8:00; for CO₂ emission, such nocturnal baseline represents only 33% of the average flux and 16% of peak flux observed at 8:00. During night time, when turbulence is typically weak and storage significant, we observe a relatively larger CH₄ flux than CO₂ flux, related to the much smaller diurnal variation of CH₄ fluxes. These results reinforce our hypothesis that CH₄ fluxes are largely composed of network leakages that have no temporal variability, while road traffic and domestic heating emissions are instead responsible for the time varying contribution generating the observed diurnal patterns (Fig. 4b). Retrieving $F_{CH_4_net}$ as residual term from Eq. (2) (i.e. $F_{CH_4_net} = F_{CH_4_obs} - F_{CH_4_road} - F_{CH_4_heat}$) leads to a value of 160 ± 18 mg CH₄ m⁻² d⁻¹. With this figure, we are also able to express the actual leakage percentage of

Florence distribution network as the ratio between leaked and combusted natural gas. By assuming that $F_{CO_2_heat}$ entirely derives from CH₄ combustion (i.e. one mole of CH₄ generates one mole of CO₂), leakages can be expressed as

$$L = (F_{CH_4_net} / r F_{CO_2_heat}) * 1000 \quad (5)$$

where weekly $F_{CH_4_net}$ is derived from Eq. (2) and equals 160 ± 18 mg CH₄ m⁻² d⁻¹, weekly $F_{CO_2_heat}$ is derived from Eq. (1) and equals 45.3 ± 7.1 g CO₂ m⁻² d⁻¹ (Fig. 3b), and r is the ratio between molecular weight of CO₂ and CH₄. Since CH₄ fluxes are rather stable while CO₂ fluxes exhibit a high seasonality, L is minimum at the beginning of the study period ($\sim 0.4\%$), maximum at the end ($\sim 3.2\%$), and has a mean value of 1.65%. There are almost no estimates of this type at urban scale available in the literature for comparison. In Italy, the company responsible for the long range distribution infrastructure estimates network leakages by means of statistical inventorial methods (Italgas, 2008),

and reports an average value for Italian local networks of 0.64% in 2008, which compares rather well with the order of our estimates. Moreover, in old and dense urban areas the density and complexity of the distribution network are likely high (Fig. 1), probably resulting in higher leakage with respect to national average data. By retrieving this leakage amount, we assumed a negligible contribution to CH₄ emissions from other potential sources, like wood-based heating systems and/or sewers, that is worth to be discussed. Wood stoves, although they have higher emission factors than natural gas heaters (IPCC, 2010), are still not used in Florence and are restricted to few commercial wood ovens (Riccardo Pozzi, Comune di Firenze, personal communication). Moreover, in Florence more than 99% of buildings have a natural gas line, while the pro-capite gas consumption is among highest in Italy, at 657 m³/person against a national average of 398 m³/person (ISTAT, <http://dati.istat.it>). Nevertheless, this figure might evolve in the next future, since the market in wood stoves is rapidly growing in peri-urban areas, and may also become relevant in densely populated cities. Another potential source of CH₄ is related to septic tanks, wastewaters and sewers. Very little is known about such contributions, that depend on the technology used. CH₄ generated in closed sewers may be released to the atmosphere, but this is likely to occur into distant water bodies (El-Fadel and Massoud, 2001; Doorn et al., 2000).

Closed sewers, like those common in Europe, are in fact not considered by IPCC as a source of anthropogenic methane (Bogner et al., 2008), further supporting that gas network leakages remain responsible for the majority of observed methane emissions at our site. Lastly, we aim at assessing and quantifying the overall global warming effect of CO₂ and CH₄ emissions separately. Since we observed approximately constant CH₄ fluxes over the short-term study period, assuming the absence of seasonality we can extrapolate those figures to the entire year. Using the GWP factor for CH₄ computed from IPCC at 25 (Forster et al., 2007), greenhouse contribution of CH₄ equals 1.72 kg CO₂ eq m⁻² y⁻¹, which represents 3.6% of observed total CO₂ emission in winter, and 16.0% of that in summer.

Despite being much lower than CO₂, CH₄ flux to the atmosphere in Florence is a not negligible term in the GHG balance and overall accounts for approximately 8% of the greenhouse effect of CO₂.

4. CONCLUSIONS

We report direct observations of GHG fluxes by means of eddy covariance in Florence city centre. CO₂ fluxes have been monitored long-term, while combined CH₄ and CO₂ fluxes were monitored during the transition between winter and spring 2011, when domestic natural gas heating systems were progressively switched off. Flux patterns for the two scalars reveal a strong seasonality in CO₂ fluxes, and no statistically significant seasonality in CH₄ fluxes. The contribution of road traffic and domestic heating to CO₂ and CH₄ emissions has been estimated, revealing carbon fluxes being dominated by natural gas combustion, especially in winter. On the other hand, those two components are responsible for only ~14% of observed CH₄ fluxes, while gas network leakages account for the rest.

We have demonstrated that the eddy covariance method can provide spatially resolved information at high temporal resolution on urban GHG emissions, allowing direct assessment of emission magnitude. Seasonal and diurnal emission patterns may also be used for temporal disaggregation of inventorial gross estimates, and emission model validation studies. With such a framework that is easily deployable and replicable in other cities, natural gas network leakages can be assessed at the urban landscape scale, providing valuable data to verify and validate inventorial and indirect estimates, and to control the network efficiency. With the growing emphasis on the impact of non-CO₂ gases on climate change (Montzka et al., 2011), the methodologies presented here can actually help assessing the greenhouse impact of a city area. While further research is needed to assess also additional GHG contributions like N₂O emission from road traffic, our results can provide a baseline to evaluate and assess the impact of future energy policies that may be applied, like

restrictions of road traffic, increase in building energy efficiency and improvement in the maintenance of gas distribution networks.

ACKNOWLEDGEMENTS

We wish to thank Emilio Borchi and Renzo Macii (FOX) for their support to the measurement infrastructure; Paolo Casati and Emanuela Lupi (Comune di Firenze), Alessandra Lazzeri, Cesare Coschino and Jacopo Bonaiuti (Società Autostrade S.p.A.) for providing road traffic data; Andrea Borgonetti, Claudio Grassi (Toscana Energia Sp.A.) for providing gas consumption data; Fabio Ringressi (Toscana Energia Sp.A.) and Riccardo Pozzi (Comune di Firenze) for the helpful discussions; Ramona Magno (Lamma Regione Toscana) for support with IRSE data. The Licor 7700 instrument is part of the CEST (Laboratory on Climate, Sustainability and Security) infrastructure. Google Earth is a trademark of Google. This paper contributes to the projects Bridge (EC-FP7), CarboEurope-IP (EC-FP6, GOCE-CT2003-505572), and CarboItaly (MIUR).

REFERENCES

- Blake, D.R., Woo, V.H., Tyler, S.C., Rowland, F.S., 1984. Methane concentrations and source strengths in urban locations. *Geophysical Research Letters* 11 (12), 1211e1214.
- Bogner, J., Pipatti, R., Hashimoto, S., Diaz, C., Mareckova, K., Diaz, L., Kjeldsen, P., Monni, S., Faaij, A., Gao, Q.X., Zhang, T., Ahmed, M.A., Sutarnhardja, R.T.M., Gregory, R., 2008. Mitigation of global greenhouse gas emissions from waste: conclusions and strategies from the Intergovernmental Panel on climate change (IPCC) Fourth assessment report. Working Group III (Mitigation). *Waste Management & Research* 26, 11e32. doi:10.1177/0734242X07088433.
- Crawford, B., Grimmond, C.S.B., Christen, A., 2011. Five years of carbon dioxide fluxes measurements in a highly vegetated suburban area. *Atmospheric Environment* 45, 896e905.
- Denman, K.L., Brasseur, G., Chidthaisong, A., Ciais, P., Cox, P.M., Dickinson, R.E., Hauglustaine, D., Heinze, C., Holland, E., Jacob, D., Lohmann, U., Ramachandran, S., da Silva Dias, P.L., Wofsy, S.C., Zhang, X., 2007. Couplings between changes in the climate system and biogeochemistry. In: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., M.Tignor, Miller, H.L. (Eds.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Detto, M., Verfaillie, J., Anderson, F., Xu, L.K., Baldocchi, D., 2011. Comparing laserbased open- and closed-path gas analyzers to measure methane fluxes using the eddy covariance method. *Agricultural and Forest Meteorology* 151 (10), 1312e1324.
- Dlugokencky, E.J., Houweling, S., Bruhwiler, L., Masarie, K.A., Lang, P.M., Miller, J.B., Tans, P.P., 2003. Atmospheric methane levels off: temporary pause or a new steady-state? *Geophysical Research Letters* 30 (19), 1992. doi:10.1029/2003GL018126.
- Doom, M., Liles, D., Thorneloe, S., 2000. Quantification of methane emissions from latrines, septic tanks and stagnant, open sewers in the world. In: van Ham, J., Baede, A.P.M., Meyer, L.A., Ybema, R. (Eds.), *Non-CO₂ Greenhouse Gases: Scientific Understanding, Control and Implementation*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, ISBN 0-7923-6199-7.
- El-Fadel, M., Massoud, M., 2001. Methane emissions from wastewater management. *Environmental Pollution* 14, 177e185.
- European Environment Agency (EEA), 2007. *EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook e 2007*. Technical report No 16/2007.
- Falge, E.M., Baldocchi, D., Olson, R., 2001. Gap filling strategies for defensible annual sums of net ecosystem exchange. *Agriculture and Forest Meteorology* 107, 43e69.
- Foken, T., Wichura, B., 1996. Tools for quality assessment of surface-based flux measurements. *Agriculture and Forest Meteorology* 78, 83e105.
- Forster, P., Ramaswamy, V., Artaxo, P., Bernsten, T., Betts, R., Fahey, D.W., Haywood, J., Lean, J., Lowe, D.C., Myhre, G., Nganga, J., Prinn, R., Raga, G., Schulz, M., Van Dorland, R., 2007. Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. In: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., M.Tignor, Miller, H.L. (Eds.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Fowler, D., Hargreaves, K.J., Choularton, T.W., Gallagher, M.W., Simpson, T., Kaye, A., 1996. Measurements of regional CH₄ emissions in the UK using boundary layer budget methods. *Energy Conversion and Management* 37 (6e8), 769e775.
- Grimmond, C.S.B., King, T.S., Cropley, F.D., Nowak, D.J., Souch, C., 2002. Local-scale fluxes of carbon

- dioxide in urban environments: methodological challenges and results from Chicago. *Environmental Pollution* 116, 243e254.
- Grimmond, C.S.B., Salmond, J.A., Oke, T.R., Offerle, B., Lemonsu, A., 2004. Flux and turbulence measurements at a densely built-up site in Marseille: heat, mass (water and carbon dioxide), and momentum. *Journal of Geophysical Research* 109, D24101. doi:10.1029/2004JD004936.
- Heeb, N.V., Forss, A.M., Saxer, C.J., Wilhelm, P., 2003. Methane, benzene and alkyl benzene cold start emission data of gasoline-driven passenger cars representing the vehicle technology of the last two decades. *Atmospheric Environment* 37, 5185e5195.
- Helfter, C., Famulari, D., Phillips, G.J., Barlow, J.F., Wood, C.R., Grimmond, C.S.B., Nemitz, E., 2011. Controls of carbon dioxide concentrations and fluxes above central London. *Atmospheric Chemistry and Physics* 11, 1913e1928.
- Hsieh, C.I., Katul, G., Chi, T., 2000. An approximate analytical model for footprint estimation of scalar fluxes in thermally stratified atmospheric flows. *Advances in Water Resources* 23, 765e772.
- IPCC, 2006. In: Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. (Eds.), 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Energy, vol. 2.
- IGES, Hayama, Japan. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Italgas, 2008. Salute Sicurezza Ambiente, Rapporto 2007. <http://www.italgas.it/resources/rapportosalutesicurezzaambiente2008.pdf>.
- Lelieveld, J., Crutzen, P.J., Dentener, F.J., 1998. Changing concentration, lifetime and climate forcing of atmospheric methane. *Tellus* 50B, 128e150.
- López Bellido, J., Peltomaa, E., Ojalaa, A., 2011. An urban boreal lake basin as a source of CO₂ and CH₄. *Environmental Pollution* 159 (6), 1649e1659.
- Matese, A., Gioli, B., Vaccari, F.P., Zaldei, A., Miglietta, F., 2009. Carbon dioxide emissions of the city center of Firenze, Italy: measurement, evaluation, and source partitioning. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 48 (9), 1940e1947.
- McDermitt, D., Burba, G., Xu, L., Anderson, T., Komissarov, A., Riensche, B., Schedlbauer, J., Starr, G., Zona, D., Oechel, W., Oberbauer, S., Hastings, S., 2011. A new low-power, open path instrument for measuring methane flux by eddy covariance. *Applied Physic B-Lasers and Optics* 102 (2), 391e405.
- Mosink, C., De Vlieger, I., Nys, J., 2000. An urban transport emission model for the Antwerp area. *Atmospheric Environment* 34, 4595e4602.
- Montzka, S.A., Dlugokencky, E.J., Butler, J.H., 2011. Non-CO₂ greenhouse gases and climate change. *Nature* 476 (7358), 43e50.
- Moore, C.J., 1986. Frequency response corrections for eddy correlation systems. *Boundary-Layer Meteorology* 37, 17e35.
- Moriwaki, R., Kanda, M., 2004. Seasonal and diurnal fluxes of radiation, heat, water vapor, and carbon dioxide over a suburban area. *Journal of Applied Meteorology* 43 (11), 1700e1710.
- Nakagawa, F., Tsunogai, U., Komatsu, D.D., Yamada, K., Yoshida, N., Moriizumi, J., Nagamine, K., Iida, T., Ikebe, Y., 2005. Automobile exhaust as a source of C-13- and D-enriched atmospheric methane in urban areas. *Organic Geochemistry* 36 (5), 727e738.
- Nemitz, E., Hargreaves, K.J., McDonald, A.G., Dorsey, J.R., Fowler, D., 2002. Micrometeorological measurements of the urban heat budget and CO₂ emissions on a city scale. *Environmental Science and Technology* 36, 3139e3149.
- NOAA, 2008. National Oceanic and Atmospheric Administration. Interactive atmospheric data Visualization, 2003e2008 airborne methane mixing ratios measured 1000e2000 meters above sea level over Trinidad Head, California (accessed 25.09.08.). <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/iadv/>.
- Papale, D., Reichstein, M., Aubinet, M., Canfora, E., Bernhofer, C., Kutsch, W., Longdoz, B., Rambal, S., Valentini, R., Vesala, T., Yakir, D., 2006. Towards a standardized processing of net ecosystem exchange measured with eddy covariance technique: algorithms and uncertainty estimation. *Biogeosciences* 3, 571e583.
- Pataki, D.E., Emmi, P.C., Forster, C.B., Mills, J.L., Pardyjak, E.R., Peterson, T.R., Thompson, J.D., Dudley-Murphy, E., 2009. An integrated approach to improving fossil fuel emissions scenarios with urban ecosystem studies. *Ecological Complexity* 6, 1e14.
- Pawlak, W., Fortuniak, K., Siedlecki, M., 2011. Carbon dioxide flux in the centre of Lodz, Poland - analysis of a 2-year eddy covariance measurement data set. *International Journal of Climatology* 31 (2), 232e243.
- Rotach, M.W., et al., 2005. BUBBLE e an urban boundary layer meteorology project. *Theoretical and Applied Climatology* 81 (3e4), 231e261.
- Satterthwaite, D., 2008. Cities' contribution to global warming: notes on the allocation of greenhouse gas emissions. *Environment and Urbanization* 20, 539e549.
- Simpson, I.J., Blake, D.R., Rowland, F.S., Chen, T.Y., 2002. Implications of the recent fluctuations in the growth rate of tropospheric methane. *Geophysical Research Letters* 29 (10), 1479. doi:10.1029/2001GL014521.
- Smit, R., Ntziachristos, L., Boulter, P., 2010. Validation of road vehicle and traffic emission models - a review and meta-analysis. *Atmospheric Environment* 44, 2943e2953.
- Soegaard, H., Møller-Jensen, L., 2003. Towards a spatial CO₂ budget of a metropolitan region based on textural image classification and flux measurements. *Remote Sensing of Environment* 87, 283e294.
- UNFPA, United Nations Population Fund, 2010. The State of World Population 2010. http://www.unfpa.org/swp/2010/web/en/pdf/EN_SOWP10.pdf.

- Velasco, E., Roth, M., 2010. Cities as net sources of CO₂: review of atmospheric CO₂ exchange in urban environments measured by eddy covariance technique. *Geography Compass* 4 (9), 1238e1259.
- Velasco, E., Pressley, S., Allwine, E., Westberg, H., Lamb, B., 2005. Measurements of CO₂ fluxes from the Mexico City urban landscape. *Atmospheric Environment* 39, 7433e7446.
- Vesala, T., Jarvi, L., Launiainen, S., Sogachev, A., Rannik, U., Mammarella, I., Siivola, E., Keronen, P., Rinne, J., Riikonen, A., Nikinmaa, E., 2008. Surface-atmosphere interactions over complex urban terrain in Helsinki, Finland. *Tellus Series B Chemical and Physical Meteorology* 60 (2), 188e199.
- Vogt, R., Christen, A., Rotach, M.W., Roth, M., Satyanarayana, A.N.V., 2006. Temporal dynamics of CO₂ fluxes and profiles over a central European city. *Theoretical and Applied Climatology* 84 (1e3), 117 e126.

Sismologia



OSSERVATORIO XIMENIANO
ATTIVITÀ DELLA SEZIONE DI SISMOLOGIA
2014-2015

GRAZIANO FERRARI (*)

(*) *Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.
Responsabile della Sezione di Sismologia della Fondazione Osservatorio Ximeniano, Firenze.*

Da alcuni anni l'attività della sezione di sismologia dell'Osservatorio Ximeniano è articolata con uno sguardo al presente e al futuro, con una stazione sismica moderna, e un'attenzione al suo lungo e prestigioso passato, attraverso un'intensa e sistematica azione di riproduzione e divulgazione dell'eredità materiale della sua antica tradizione.

Dal 2008, la pluridecennale convenzione con l'Istituto Nazionale di Geofisica (dal 1999 Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - INGV) ha allargato i propri orizzonti al sistematico recupero, alla riproduzione e alla valorizzazione scientifica e culturale del consistente e preziosissimo patrimonio storico-scientifico sismologico dell'Osservatorio.

Nel periodo 2014-15 la stazione sismica FIR, che funziona nel seminterrato dell'Osservatorio e che partecipa alla Rete sismica nazionale dell'INGV, ha funzionato regolarmente come di seguito documentato.

Le attività di recupero e di valorizzazione del patrimonio storico-scientifico dell'Osservatorio si sono sviluppate su diverse linee: riproduzione digitale di documentazione storica, recupero del patrimonio strumentale della sezione sismologica e sua promozione.

RIPRODUZIONE DIGITALE
DI DOCUMENTAZIONE STORICA

Questa attività ha interessato diverse tipologie di documentazione edita e inedita sedimen-

tati nei due secoli di attività in campo meteorologico e nei circa 140 anni in quello sismologico. Si tratta in particolare di registrazioni sismiche, pubblicazioni scientifiche della ricca miscellanea della biblioteca moderna dell'Osservatorio, fotografie storiche, corrispondenze scientifiche.

Registrazioni sismiche

L'Osservatorio vanta una delle più antiche tradizioni di osservazione strumentale dei terremoti al mondo oltre che fra le più prestigiose. Questo primato è testimoniato dalla ricca collezione di sismografi, fra i primi al mondo, e dalle migliaia di registrazioni sismiche realizzate dai numerosi strumenti dell'Osservatorio.

L'unità funzionale Sismos di INGV (<http://sismos.rm.ingv.it>) ha avviato da 10 anni la riproduzione sistematica ad alta risoluzione di tutti questi sismogrammi, fino almeno alla fine degli anni quaranta del Novecento. Le riproduzioni avvengono presso il Laboratorio di scansione ad alta risoluzione di Sismos, il più importante centro al mondo del settore, con scanner piani di grande formato e altissima precisione. Sono stati finora riprodotti 1.359 sismogrammi e l'operazione continua. Le riproduzioni dei sismogrammi sono messe a disposizione della comunità scientifica per studi che spesso hanno ricaduta sulle stime di pericolosità sismica delle aree in studio (<http://seismogramrequest.rm.ingv.it>) (Fig. 1).

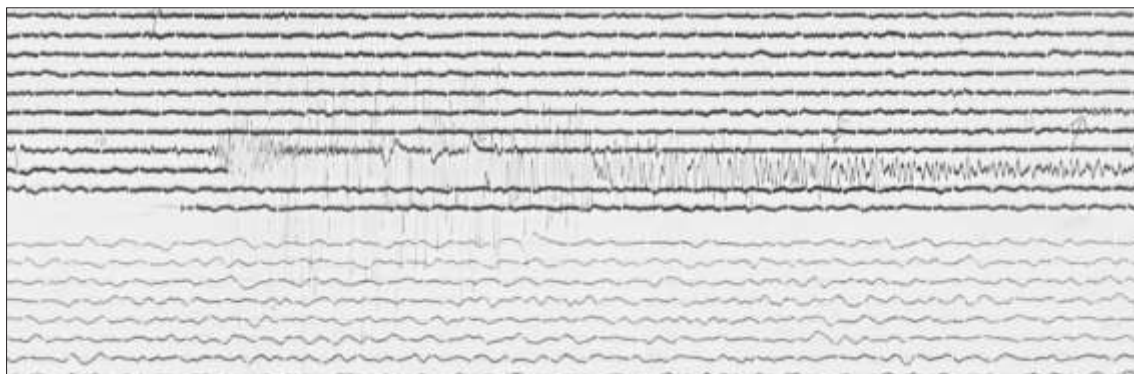


Fig. 1 – Sismogramma del terremoto di Senigallia del 30 ottobre 1930 registrato nel gabinetto sismologico sotterraneo Alfani dell’Osservatorio, da un Fotosismografo orizzontale Alfani.

Fondo epistolare di P. Guido Alfani

Ricchissimo è il fondo epistolare di P. Alfani (1876-1940), uno dei più stimati sismologi italiani del suo tempo, oltre 11.000 fra lettere, telegrammi e biglietti, riprodotti in circa 20.000 scansioni digitali ad alta risoluzione a colori. Dopo un’accurata catalogazione, è nelle intenzioni di INGV e della FOX mettere al più presto online questa documentazione, preziosissima per la storia della scienza. Fra le tante lettere, un’intensa corrispondenza è con Alessandro Malladra, dal 1911 al 1914 assistente di Giuseppe Mercalli all’Osservatorio Vesuviano, dove operò fino al 1935, dopo esserne stato il direttore dal 1927. In una delle lettere di Malladra ad P. Alfani vi è la drammatica testimonianza del ritrovamento del corpo di Mercalli, morto nell’incendio della sua camera da letto nella notte fra il 18 e il 19 marzo 1914 (Fig. 2).

Fotografie storiche dell’Osservatorio e vetrini di registrazioni dei pendoli Cavalleri

Ad alcune pareti dell’Osservatorio erano appese numerose fotografie storiche originali di strumenti e personaggi. Fra queste ultime spiccano due fotografie in cui P. Alfani (1876-1940), direttore dell’Osservatorio dal 1906 al 1940, è ritratto rispettivamente con Fusakichi Omori e Guglielmo Marconi. Per evitare il progressivo deterioramento per le inadeguate condizioni di conservazione, tutte queste fotografie sono state scansate ad alta risoluzione e archiviate, mentre alle pareti sono state appese riproduzioni di alta qualità.

L’Osservatorio conserva, inoltre, oltre 200 lastre fotografiche, diapositivi in vetro di grande formato e registrazioni su vetro affumicato; le prime si riferiscono a strumenti dell’Osservatorio oppure a effetti di terremoti, fra cui anche la documentazione fotografica della missione scientifica di P. Alfani nei luoghi devastati dal terremoto della Marsica del 13 gennaio 1915, di cui si è celebrato il primo centenario. Le registrazioni sismiche su vetri affumicati sono il prodotto dei 7 pendoli Cavalleri in occasione di terremoti avvenuti dal 1911 al 1930 (Fig. 3). Fra queste anche le registrazioni del terremoto della Marsica sopra ricordato (Fig. 4).

Si tratta complessivamente di 166 vetrini affumicati che sono stati riprodotti integralmente ad alta risoluzione e di cui si procederà allo studio e alla divulgazione.

Esposizione nella sala Bravieri

Di recente, riallestimento, la sala espone fra gli altri strumenti, anche alcuni progettati o modificati da P. Alfani, o comunque riconducibili all’attività scientifica dello scienziato scoloipio. I più antichi sono: un tromometro e un ortosismometro Bertelli (entrambi c. 1877), da P. Alfani acquistati agli inizi della sua carriera scientifica presso il Seminario Gavi di Livorno, e un sismoscopio a effetto multiplo Cancani (1898).

Fra gli strumenti registratori progettati da P. Alfani:

- la coppia di sismografi per le componenti orizzontali e uno per quella verticale Galitzin, nelle varianti fatte realizzare da P. Alfani;

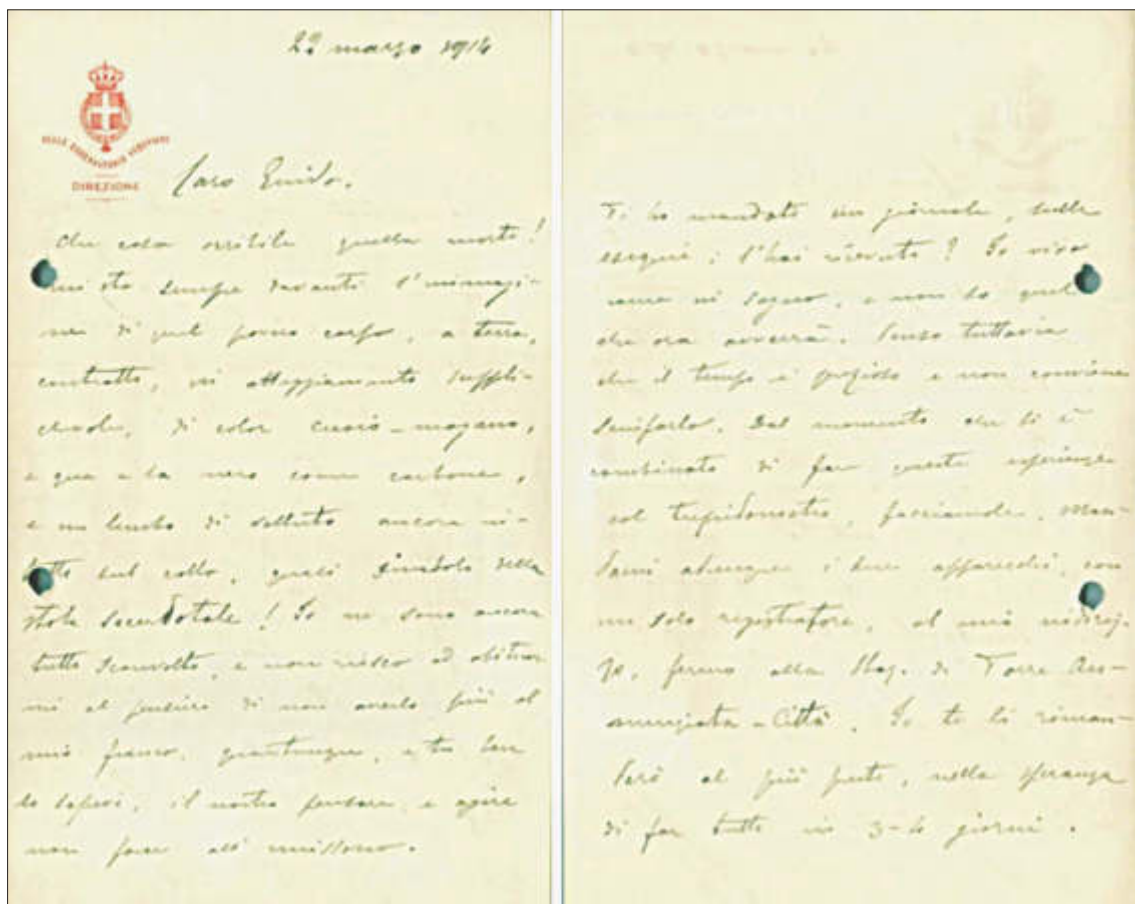


Fig. 2 – Lettera di Alessandro Malladra a P. Alfani, in cui commenta la morte di Giuseppe Mercalli, trovato semi-carbonizzato nella sua casa di Napoli, 22 marzo 1914. Archivio Provinciale delle Scuole Pie di Firenze, Fondo Alfani.

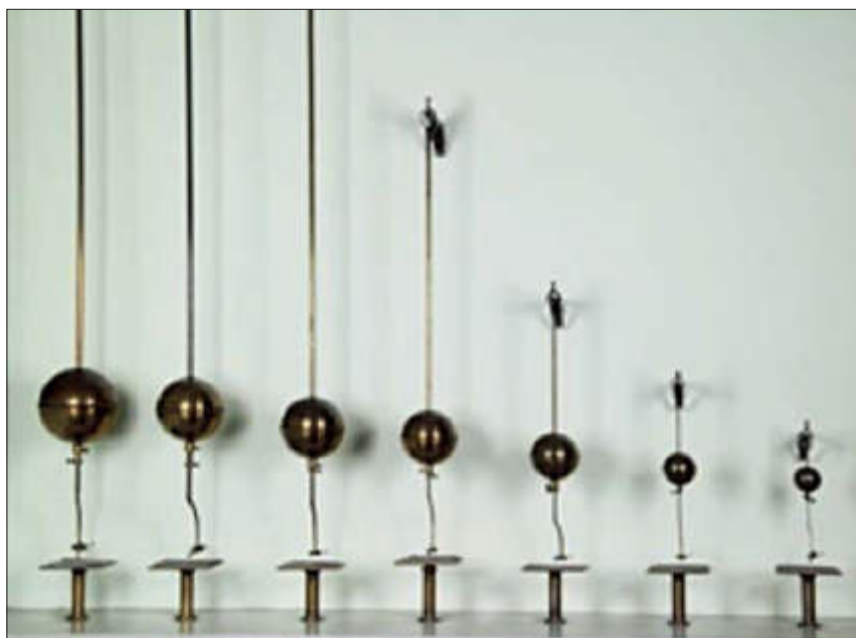


Fig. 3 – Pendoli sismoscopici Cavalleri-Cecchi installati nel Gabinetto Cecchi dell'Osservatorio Ximeniano. Registrazione del terremoto della Marsica del 13 gennaio 1915 fatta dal pendolo Cavalleri-Cecchi n. 6.

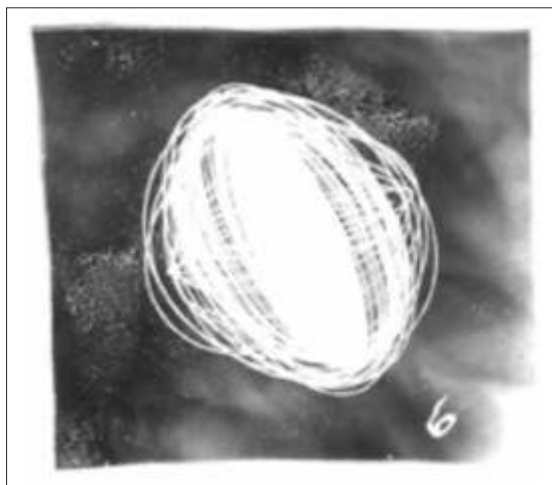


Fig. 4 – Registrazione del terremoto della Marsica del 13 gennaio 1915 fatta dal pendolo Cavalleri-Cecchi n.6.

- 1 Fotosismografo per la componente orizzontale e uno per quella verticale;
- 1 Trepidometro per la componente orizzontale e uno per quella verticale.

Anche questi strumenti si trovano in buone condizioni di conservazione anche se alcuni, più di altri, richiederanno interventi di restauro per consolidarne la resistenza all'ossidazione dei metalli.

Gabinetto Alfani

Con la necessità di dotare l'Osservatorio di strumenti sempre più sensibili, svincolando le registrazioni sismiche dal moto dell'edificio, P. Alfani realizzò un gabinetto sismologico in ambienti sotterranei opportunamente allestiti. Egli dotò questo nuovo laboratorio sismologico di un pilastro isolato dal pavimento dell'edificio, su cui installò prima il tromometro e l'ortosismometro Bertelli, oggi nella sala Braveri, e successivamente avvicendò strumenti diversi, sempre più sensibili. Più in generale, il Gabinetto sotterraneo fu luogo di intensa sperimentazione per P. Alfani; qui egli vi installò:

- a) Pendoli orizzontali Stiattesi, probabilmente ceduto nel 1950 al Comune di Livorno per l'Osservatorio Schiavazzi;
- b) un Microsismografo a tre componenti Vicentini, di sua proprietà fin dai tempi del Gavi, poi venduto nel 1935 all'Osservatorio Valerio di Pesaro;

- c) una coppia di Tromometrografi Omori-Alfani, venduti nel 1950 al Comune di Livorno per l'Osservatorio Schiavazzi;
- d) una coppia di Microsismografi astatici orizzontali Alfani da 1.000 kg;
- e) un Ortosismografo Alfani;
- f) una serie di Fotosismografi Alfani.

In seguito alla drammatica alluvione di Firenze del 4 novembre 1966, il Gabinetto Alfani non fu risparmiato e numerosi strumenti furono danneggiati, quando non distrutti. Oggi essi vi sono ancora installati: il pilastro sismico che ospita una coppia di Sismografi orizzontali Galityn, strumenti della stazione sismica moderna della Rete INGV – di cui si dirà in seguito – e la parte non ceduta degli strumenti sopra elencati. L'ambiente presenta un livello molto alto di umidità che rende precaria la conservazione degli strumenti storici. È in fase di studio un progetto per restituire la fruibilità, anche per la visita al pubblico, di quello che è ormai uno dei pochi osservatori sotterranei originali al mondo dotati di strumentazione storica.

INIZIATIVE DIVULGATIVE DELLA TRADIZIONE E PATRIMONIO SISMOLOGICO DELL'OSSERVATORIO

Nel 2013 si sono celebrati i duecento anni di tradizione osservativa meteorologica dell'Osservatorio. Raccogliendo un'offerta della Provincia di Firenze di organizzare una mostra che ricordasse questa lunga e prestigiosa tradizione, l'INGV insieme all'Osservatorio Ximeniano, all'Istituto di Biometeorologia del CNR e con la collaborazione di altri importanti enti di ricerca e osservatori nazionali e internazionali, ha organizzato la mostra: *Dal cielo alla terra. Meteorologia e sismologia a Firenze dall'Ottocento a oggi* (www.dalcieloallaterra.it). La mostra si è tenuta presso la galleria delle Carrozze del Palazzo Medici Riccardi di Firenze, dal 17 gennaio al 31 maggio 2013. Sono stati esposti circa 140 fra strumenti meteorologici e sismologici, in originali o copie, dalla fine del XVIII secolo a oggi, che hanno collocato l'esperienza fiorentina nel contesto nazionale e internazionale del periodo investigato.

La mostra si è svolta sotto l'Alto Patronato

del Presidente della Repubblica e con i patrocini di: Senato della Repubblica, Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca, Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione applicate all'Agricoltura, Comune di Firenze, Provincia di Firenze, Regione Toscana, Università di Firenze (Fig. 5).

Sono state tenute anche una ventina di conferenze di meteorologia e geofisica rivolte sia agli studenti sia alla cittadinanza, a cura degli enti promotori, oltre a visite guidate per le scuole e laboratori di didattica della geofisica.



Fig. 5 – Mostra di Firenze - 2013: in primo piano a destra i Trepidometri Alfani, seguiti dal Microsismografo a tre componenti Vicentini di Alfani, oggi a Pesaro; nella teca illuminata di sinistra i Fotosismografi Alfani.

Per il grande successo riscosso, la mostra, visitata da circa 100.000 persone di cui moltissimi stranieri, è stata replicata per la sola sismologia a Torino, in collaborazione con il Centro Scienza, dal 5 maggio al 30 giugno 2014 (Fig. 6). La mostra è stata richiesta, inoltre, ad Avezzano, dove quest'anno si ricorda il centenario del devastante terremoto del 13 gennaio 1915, e si dovrebbe tenere nella seconda metà del 2015.

Pubblicazione del volume Dal cielo alla terra

La mostra di Firenze ha rappresentato un evento unico anche nel panorama internazionale tanto da suggerire di "fissare" l'esperienza divulgativa in un volume illustrato di oltre 380 pagine (Fig. 7). L'opera, curata da Graziano Ferrari e a cui hanno contribuito numerosi specialisti, presenta strumenti, studiosi e sedi prestigiose che hanno costituito la base dell'osser-



Fig. 6 – Mostra di Torino - 2014: la coppia di Trometroografi Omori-Alfani, che hanno funzionato all'Osservatorio Ximenesiano, poi venduti nel 1950 al Comune di Livorno.



Fig. 7 – Copertina del volume edito dalla Bononia University Press (www.buonline.com) per conto dell'INGV.

vazione, dello studio e delle rilevazioni della meteorologia dalla metà del Seicento e della sismologia dalla metà del Settecento.

Un'affascinante viaggio quindi nella storia dell'evoluzione di queste due discipline che affondano le loro radici proprio nel nostro Paese.

Il volume si apre con una presentazione di Stefano Gresta (Presidente dell'INGV), la prefazione di Mara Miniati (MG) e un'introduzione di Graziano Ferrari (INGV). La parte meteorologica è introdotta da un contributo di Stefano Casati (MG) sulla meteorologia dei secoli XVII e XVIII, uno di Emilio Borchini e Renzo Macii (FOX) sulla meteorologia dei secoli XIX e XX e uno di Paolo Brenni (CNR e FST, Firenze) sui costruttori di strumenti. Seguono 73

schede sugli strumenti meteorologici redatte da Maria Carmen Beltrano (CRA-CMA), Emilio Borchì e Renzo Macii (FOX).

La sezione sismologica è introdotta da un contributo di Graziano Ferrari sulla sismologia strumentale dal XVIII al XX secolo, seguita da 54 schede sui relativi strumenti redatte da Graziano Ferrari, Donatella Famà, Silvia Filosa, Anna Nardi (tutti di INGV) e Rodolfo Console (ex-INGV). Completano il volume una bibliografia, e una ricca appendice di biografie dei personaggi citati nel volume, queste ultime redatte da Francesca Quarenì, Graziano Ferrari e Monia Maresci, tutti di INGV.

CNR = Consiglio Nazionale delle Ricerche

CRA-CMA = Consiglio per la ricerca e la sperimentazione in agricoltura – Unità di ricerca per la climatologia e la meteorologia applicate all'agricoltura, Roma.

FOX = Fondazione Osservatorio Ximeniano, Firenze.

FST = Fondazione Scienza e Tecnica, Firenze

INGV = Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

MG = Museo Galileo, Firenze

Workshop 18 maggio 1895 terremoto a Firenze, 120 anni dopo...

Nel 2015 sono ricorsi i 120 anni dal terremoto del 18 maggio 1895 che ebbe epicentro a una decina di chilometri a sud di Firenze, dove vi furono i maggiori danni, ma che colpì gravemente anche il patrimonio storico-monumentale di Firenze.

Nel 2015 è caduto anche il centenario di uno dei più distruttivi terremoti della storia sismica italiana e in particolare dell'Italia Centrale, quello della Marsica del 13 gennaio 1915. In occasione di quest'ultimo disastroso evento, che causò la morte in alcuni paesi di oltre il 90% degli abitanti, P. Alfani condusse ricerche in quei luoghi sugli effetti e le possibili cause del terremoto, che descrisse in 28 conferenze in tutta l'Italia (Fig. 8).

L'Osservatorio Ximeniano e INGV, con il Patrocinio del Comune di Firenze, ha organizzato per il 18 maggio 2015 un workshop per ricor-



Figura 8 – Alfani e i suoi “compagni di spedizione” mentre osserva uno sprofondamento del terreno a bordo strada. Diapositiva n. 37 delle proiezioni di Alfani, tratta dal reportage fotografico della missione di Alfani nelle aree terremotate della Marsica realizzate da Lodi Focardi.

dare questi due terremoti. L'evento che si è tenuto presso la Sala Luca Giordano del Palazzo Medici Riccardi è stato animato da una serie di interventi scientifico-divulgativi sulla sismicità dell'area fiorentina e su come difendersi dai relativi effetti. Sono intervenuti: per il Comune di Firenze l'Assessore Stefano Giorgetti e Lorenzo Tommassoli del Servizio Protezione Civile; per la FOX il suo Presidente Mario Calamia; per INGV il suo Presidente Stefano Gresta e Graziano Ferrari, Paola Vannoli e Gianfranco Vannucci; per l'Università di Firenze Elisabetta Cioppi.

È stato anche avviato un inventario preliminare di quanto contenuto in un *Magazzino ricambi* di strumentazione realizzata da P. Alfani

che abbia avuto una relazione con l'attività sismologica dell'Osservatorio, con l'individuazione di pezzi con cui sia possibile una ricomposizione totale o parziale di strumenti. Questo anche per esplorare la possibilità di collaborazione con altri osservatori storici italiani e stranieri, con lo scambio temporaneo di strumentazione storica, che arricchisca e diversifichi l'offerta scientifico-culturale dell'Osservatorio. L'operazione sarà conclusa nel corso del 2016.

È stata anche avviato lo studio di fattibilità del recupero del Gabinetto Alfani, con un'azione di costante deumidificazione che possa consentire anche visite guidate, di piccoli gruppi.

LA STAZIONE SISMICA FIR

A. DELLADIO (*) - C. MARCOCCI (*) - A. AMATO (*) - L. MARGHERITI (*)

(*) *Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – Centro Nazionale Terremoti, Roma*

L'Osservatorio Ximeniano di Firenze ospita da diversi decenni una stazione sismica INGV, con codice internazionale FIR.

Nel mese di Ottobre 2009 la strumentazione installata è stata rinnovata e a oggi è presente una stazione che permette di misurare i movimenti del suolo in un'ampia banda di frequenze. Il sito, pur trovandosi nella zona del centro storico di Firenze vicino al fiume Arno e quindi su depositi alluvionali, ha caratteristiche accettabili per ospitare una stazione sismica di questo tipo, in quanto nel Gabinetto Alfani, sotterraneo, è presente un pilastro di cemento, isolato dall'edificio, idoneo per l'installazione dei sensori velocimetrico ed accelerometrico.

st'ultimo è bloccato al basamento (Fig. 3). Sul lato della parete è posto il sistema di digitalizzazione e controllo telemetria seriale in RS-485, realizzato con un Modulo GAIA2 prodotto dall'INGV. Nello stesso locale è stato installato il ricevitore GPS che serve per sincronizzare il segnale registrato. La connessione di rete della stazione sismica avviene con indirizzo IP su Rete Lan Pubblica e tramite questa il segnale viene acquisito presso la sede Centrale dell'INGV a Roma ed entra a far parte della Rete Sismica Nazionale; i segnali del velocimetro e dell'accelerometro vengono trasmessi all'INGV di Roma con un passo di campionamento di 100 e 200 campioni al secondo, rispettivamente

DATI GEOGRAFICI DELLA STAZIONE

<i>Latitudine</i>	43.774366
<i>Longitudine</i>	11.255134
<i>Altitudine</i>	40m s.l.m.

LA STAZIONE SISMICA

La stazione si compone di un acquisitore GAIA2, un velocimetro Trillium 240 secondi e un accelerometro Episensor; sia il velocimetro che l'accelerometro misurano il movimento del suolo su tre componenti (verticale, nord-sud e est-ovest). Nel Gabinetto Alfani un pilastro in cemento, dotato di una teca protettiva in vetro, ospita antichi strumenti (Fig. 2). La dimensione del pilastro è tale da poter ospitare senza problemi anche il sensore Trillium 240 e l'Episensor. Que-

I DATI SISMICI

La stazione FIR risente del rumore antropico caratteristico in zona urbana; inoltre a causa del fatto che l'edificio che la ospita è costruito sui sedimenti dell'Arno le vibrazioni causate dal traffico cittadino vengono ulteriormente amplificate. In Fig. 4 sono mostrati due giorni di registrazione alla stazione (componente verticale); il secondo giorno è il 19 dicembre 2014, giorno dei terremoti del Chianti M=3.8 e M=4.0. Entrambi i giorni mostrano che la stazione è molto rumorosa specialmente nelle ore diurne, l'ampiezza dei disturbi è inferiore ma confrontabile con quella dei segnali relativi agli eventi del Chianti, evidenziati in figura da una riga rossa verticale.

La Stazione FIR, nella recente sequenza si-

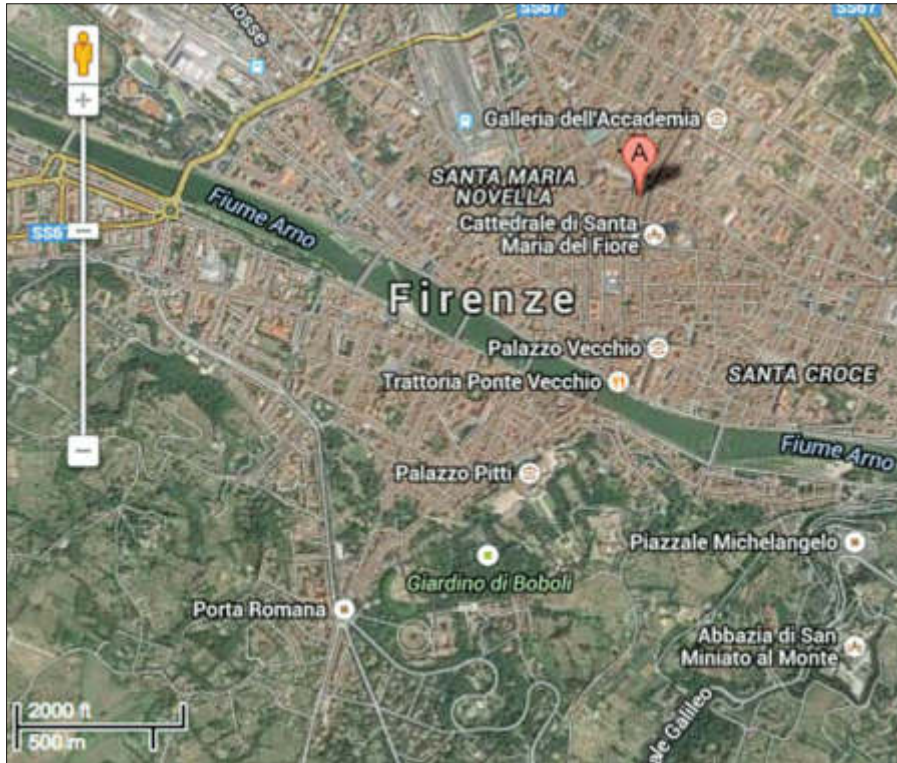


Fig. 1 – Con A è indicata la posizione dell'Osservatorio Ximeniano nel centro storico di Firenze.



Fig. 2 – Ala del Gabinetto Alfani, sotterraneo, dell'Osservatorio Ximeniano in cui è installato il pilastro con gli strumenti storici e attuali.



Fig. 3 – Sensori sul pilastro di cemento. Il sensore verde grande è il velocimetro Trillium 240. Il sensore nero piccolo è l'accelerometro Episensor; il sensore arancione è un S13 per la componente verticale ed è quello della stazione sismica in funzione precedentemente.

sismica che ha interessato il Chianti nel dicembre 2014 è stata molto importante per ben vincolare le localizzazioni degli ipocentri. In Fig. 5 riportiamo le registrazioni velocimetriche dell'evento di magnitudo $M=4.0$, con evidenziati gli arrivi delle onde P ed S.

Va inoltre considerato che il sensore velocimetrico, essendo a larga banda, registra anche i segnali a bassa frequenza. In Fig. 6 è mostrata

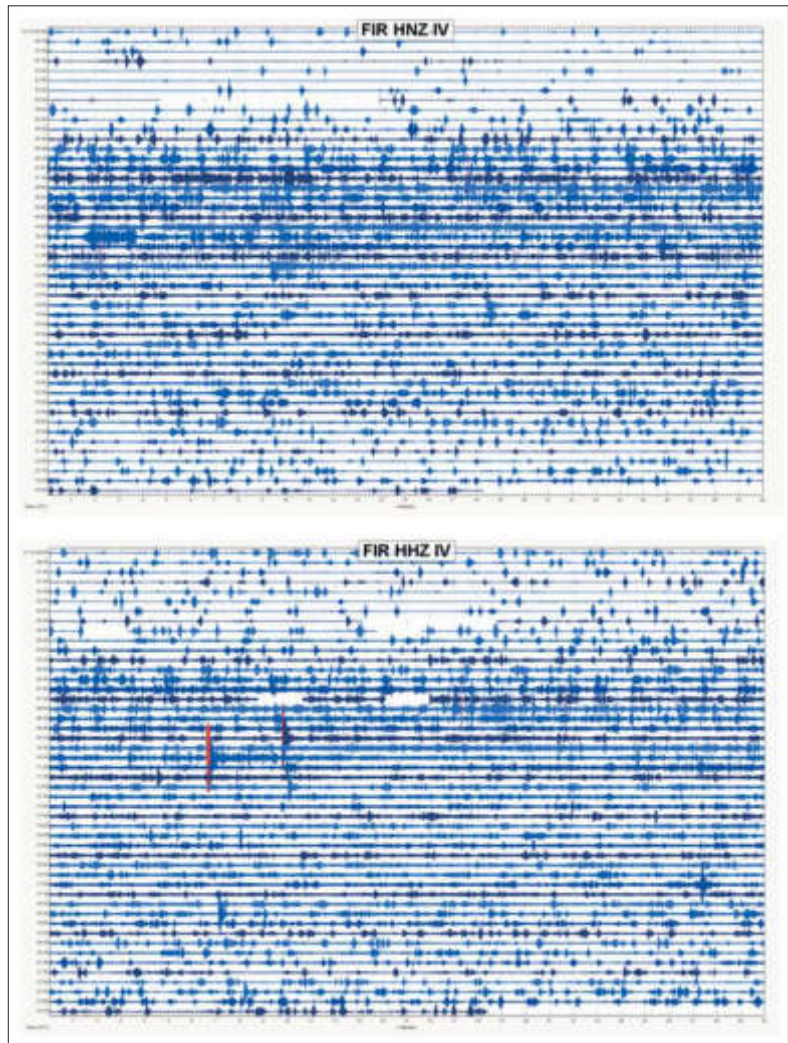


Fig. 4 – RegISTRAZIONI velocimetriche giornaliere a FIR per i giorni 15-12-2014 (alto) e 19-12-2014 (basso). La stazione presenta moltissimi disturbi specialmente nelle ore diurne. Nel giorno 19 dicembre sono evidenziate, in rosso, le due scosse del Chianti.

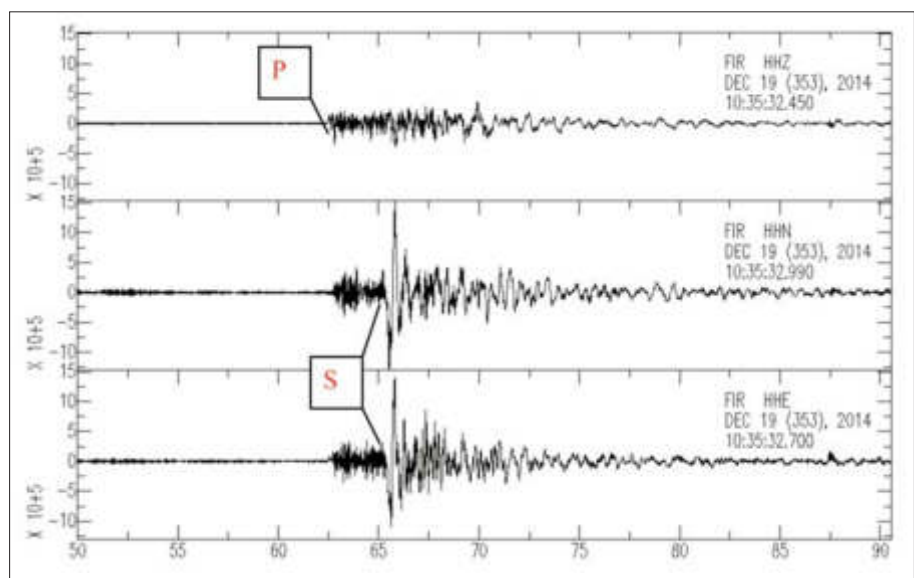


Fig. 5 – Sismogrammi del terremoto M=4 avvenuto nel Chianti il 19 dicembre. Sono evidenziati i tempi di arrivo delle onde P ed S sulle tre componenti dei sismogrammi.

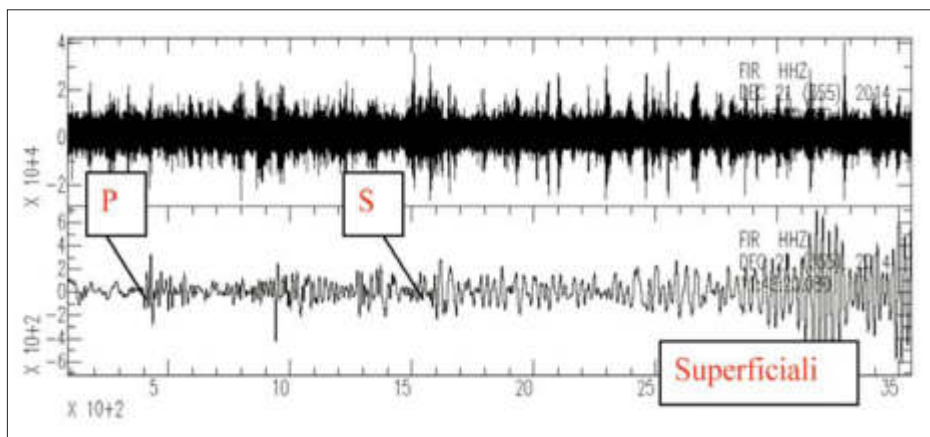


Fig. 6 – Registrazione a FIR del terremoto del 21 dicembre 2014; sopra registrazione della componente velocimetrica verticale, sotto segnale filtrato a bassa frequenza. La grande dinamica dei moderni sensori della stazione FIR consente la registrazione di una gamma molto ampia di frequenze, molte delle quali non di origine sismica. Nella figura, con opportuni filtri, i segnali sismici sono stati ripuliti dei disturbi e sono state “estratte” le porzioni di segnale utili agli studi sismologici.

la registrazione della componente verticale HHZ di FIR che contiene il terremoto $M_w=6.3$ avvenuto il 21 dicembre 2014 nella regione del Northern Molucca Sea (lat 2.09° lon 126.65° profondità 41.0 km). Il segnale di circa un’ora di lunghezza è mostrato così come è stato registrato (in alto) e filtrato (in basso) a basse frequenze; il segnale filtrato mostra chiaramente gli arrivi delle onde P ed S e anche delle onde di superficie.

Nonostante la sua rumorosità, la stazione FIR contribuisce alla Rete Sismica Nazionale, i suoi segnali vengono analizzati dall’INGV per la localizzazione di terremoti e per il calcolo della loro magnitudo. In Tab. 1 è riportato il numero delle letture dei tempi di arrivo P ed S che hanno contribuito alle localizzazioni nei diversi anni.

LA SEQUENZA SISMICA NEL CHIANTI DEL DICEMBRE 2014

Sono stati quasi 500 i terremoti registrati nella Valle del Chianti, pochi chilometri a sud di Firenze, dal 18 dicembre fino alla fine del mese (Fig. 7). L’evento principale, di magnitudo M_w 4.0, è stato registrato il 19 dicembre alle ore

Tabella 1 – Numero di letture di fasi P e S per anno, che hanno contribuito alle localizzazioni di terremoti.

Anno	Numero letture	Fase
2009	7	P
2009	2	S
2010	10	P
2010	4	S
2011	49	P
2011	9	S
2012	17	P
2012	6	S
2013	5	P
2013	4	S
2014	67	P
2014	50	S

11:36 italiane ed è stato fortemente risentito nei dintorni di Firenze e in buona parte della Toscana. Questo evento è stato preceduto da due scosse, la prima di magnitudo M 3.5, la notte tra il 18 e 19 dicembre, e la seconda di magnitudo M 3.8, circa un’ora prima quella principale. Successivamente, soprattutto nelle prime ore, sono state numerosissime le repliche registrate, molte con magnitudo compresa tra 2.0 e 3.0 (ulteriori informazioni si possono trovare alla pagina <https://ingvterremoti.wordpress.com/2014/12/19/evento-sismico-in-provincia-di-firenze-m3-8-19-dicembre-ore-10-39/>).

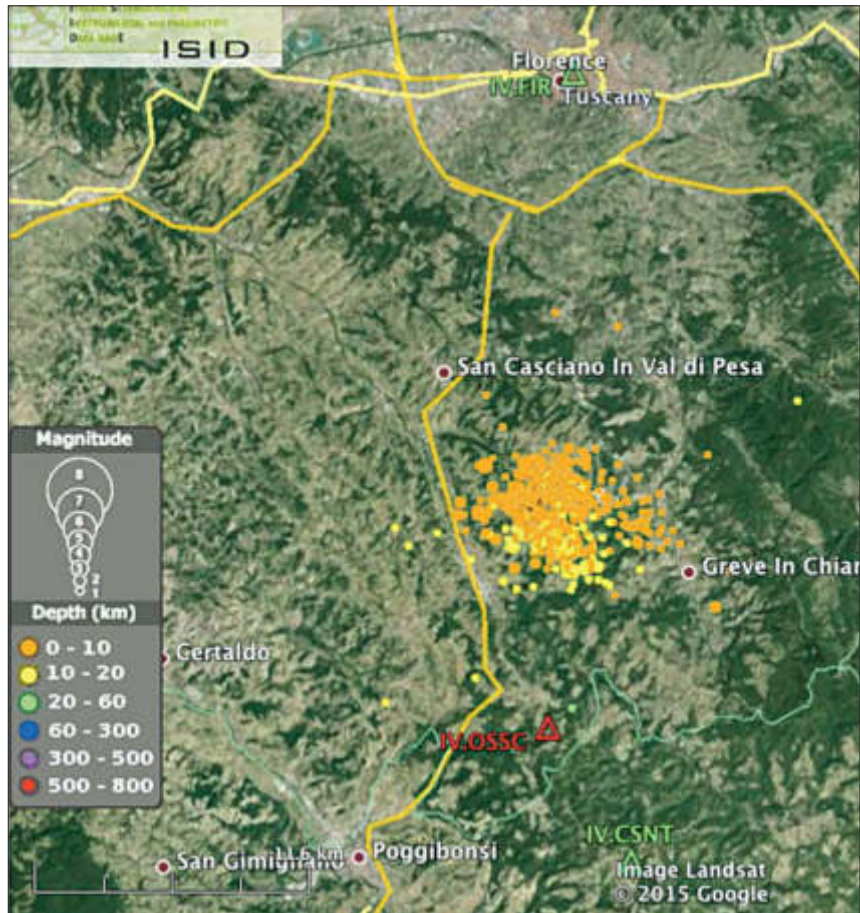


Fig. 7 – Mappa degli ipocentri della sequenza di dicembre 2014 nel Chianti. La stazione FIR è il triangolo verde in alto nella mappa.

Cartografia



PROPOSTE DI ATTIVITÀ PER LA SEZIONE DI CARTOGRAFIA

ANDREA CANTILE (*)

(*) *Istituto Geografico Militare, Firenze.*

Consigliere di Amministrazione e Responsabile della Sezione di Cartografia della Fondazione Osservatorio Ximeniano, Firenze.

La Sezione Cartografia della Fondazione Osservatorio Ximeniano (FOX) annovera un'ampia serie di carte, documenti e strumenti storici.

Per quanto attiene agli strumenti, un'opera di attenta valorizzazione è stata già compiuta, grazie all'opera dei professori Borchi e Macii, con la raccolta e l'esposizione degli esemplari costituenti la collezione della FOX, nella sala museale dedicata ai padri Ximenes e Inghirami.

Per tali strumenti si propone di realizzare una serie di didascalie estese, sulla base di un modello approvato dal Comitato scientifico e applicato per tutti gli esemplari in esposizione nelle varie sale dell'Osservatorio. L'attività in parola non comporterebbe particolari oneri finanziari a carico della FOX, potendosi espletare con i mezzi attualmente disponibili negli uffici.

Per quanto riguarda la serie cartografica e documentaria, a causa della precaria condizione dell'archivio cartografico, si ritiene necessario provvedere:

- al previo riordino dei documenti esistenti;
- alla sistemazione degli stessi in cartelle a ph neutro;

- all'esecuzione di interventi di restauro, ove necessario;
- alla scansione ad alta risoluzione (300-600 dpi) di ogni singolo foglio;
- alla compilazione di un catalogo da pubblicare on-line sul sito della FOX.

Per tali attività, non avendo ancora un quadro completo dello stato di conservazione delle carte, non è possibile stimare con precisione l'entità complessiva della spesa occorrente. Tuttavia, ove si concordì, potrebbe essere preventivata una spesa iniziale di duemila euro per l'esecuzione degli interventi di restauro più urgenti e per l'acquisto di una dotazione minima di carta e cartelline non acide.

In merito all'organizzazione degli eventi legati alle celebrazioni di "Firenze capitale d'Italia" (1865-2015), si propone infine lo svolgimento di una conferenza incentrata sul contributo offerto dall'Osservatorio Ximeniano, in campo cartografico, sia prima della proclamazione del Regno d'Italia sia con l'arrivo dell'IGM in città. Tale conferenza potrebbe essere programmata nel mese di dicembre 2015.

Radiotecnica



FREQUENCY DOMAIN TECHNIQUES FOR ANTENNA ANALYSIS ¹ (*Tecniche numeriche nel dominio della frequenza per l'analisi di antenne*)

ANGELO FRENI (*)

(*) *Università di Firenze, Dipartimento di ingegneria dell'informazione.
Responsabile della Sezione di Radiotecnica della Fondazione Osservatorio Ximeniano, Firenze.*

Dal 7 al 11 Settembre 2015 si è tenuto presso l'Osservatorio Ximeniano la quinta edizione del corso "Frequency Domain Techniques for Antenna Analysis" della European School of Antennas (ESoA). L'European School of Antennas (www.esoa-web.org) è una scuola di specializzazione geograficamente distribuita sul territorio europeo rivolta a dottorandi e ricercatori con l'obiettivo di rafforzare la formazione europea e la ricerca nell'ambito delle antenne e delle relative applicazioni. La scuola è stata fondata nel 2004 da un gruppo di università e centri di ricerca nel quadro della rete di eccellenza "ACE" (Antenna Centre of Excellence) del sesto programma quadro della Comunità Europea e successivamente finanziata da un progetto Marie Curie (MCA).

Il corso ha avuto come obiettivo quello di permettere ad alcuni giovani ricercatori europei la comprensione dell'uso e dei limiti delle tecniche computazionali nel dominio della frequenza applicate ai problemi di antenna e reirradiazione. Il modulo ha fornito allo studente una approfondita conoscenza teorica delle metodologie di base senza però perdere mai di vista le applicazioni pratiche. Particolare enfasi è stata data ai problemi che si incontrano nella applicazione dei vari metodi e in particolare delle tecniche integrali (convergenza, trattamento delle singolarità, etc.). Sono stati inoltre mostrati alcuni esempi di applicazione delle varie metodologie per far meglio comprendere come le scelte fatte nella progettazione degli al-

goritmi si traducono in reali capacità e limiti del codice numerico. Il corso è stato tenuto in lingua inglese da docenti di rilevanza accademica internazionale di diversa nazionalità. Una sintetica descrizione dei contenuti è mostrata nell'opuscolo informativo del corso riprodotto nella Fig. 1. Società leader nello sviluppo di simulatori numerici come Altair Engineering, Inc., IDS Ingegneria Dei Sistemi S.p.A, e CST Computer Simulation Technology AG hanno messo a disposizione una borsa di studio ciascuno a parziale copertura dei costi sostenuti per la partecipazione al corso di quegli studenti che, sulla base del loro curriculum, sono stati considerati più meritevoli.

Il corso si è svolto dal lunedì al venerdì dalle ore 9:00 alle 17:30 con una pausa pranzo di circa due ore, in cui gli studenti sono stati lasciati liberi di visitare Firenze, e due brevi pause per il coffee break serviti sulla terrazza dell'Osservatorio (Fig. 2). Le lezioni più teoriche sono state concentrate, per quanto possibile, nel corso della mattinata mentre quelle più pratiche si sono svolte nel pomeriggio (Fig. 3). Il venerdì pomeriggio è stato riservato alla prova finale di valutazione dell'apprendimento (il cui superamento era obbligatorio per l'accesso alla certificazione due crediti ECTS) e alla visita guidata dell'Osservatorio.

Quest'anno si è notato un calo nel numero dei partecipanti, certamente legato al periodo di crisi finanziaria. Questo infatti è sceso a undici contro un valore medio di diciannove calcolato sulla base delle precedenti edizioni che si sono sempre svolte all'Osservatorio Ximeniano nel 2006, 2009, 2011, 2012. In Fig. 4 si riporta la distribuzione geografica degli studenti relativamente a tutte le edizioni del corso.

¹ Attività svolta nell'ambito della *European School of Antennas* (www.esoa-web.org)

EUROPEAN SCHOOL OF ANTENNAS (ESoA)

FREQUENCY DOMAIN TECHNIQUES FOR ANTENNA ANALYSIS

September 7-11, 2015 - Florence, Italy




Course coordinators:
 Prof. Angelo Freni, (UNIFI), Prof. Juan R. Mosig (EPFL).
Additional teachers:
 Prof. Z. Sipus (UNIZAG), Prof. A. K. Skrivervik (EPFL),
 A. Ciccomancini (CST), E.A. Attardo (Altair), M. Bandinelli (IDS)






The course aims to give the student an appreciation of the uses and limitations of frequency domain computational techniques applied to scattering and antenna problems. The module gives the student a thorough background in the methodology of these techniques from a fundamental standpoint, while giving a grasp of the practical applications. Emphasis will be given to the practical problems encountered in the implementation of the integral equation techniques (Method of Moments, linear systems, integration techniques, Green's functions, stratified media, convergence, singularities, periodic problems). Simple problems are considered to give an understanding of how the choices made in designing the algorithms translate into the real strengths and limitations of the software.

Altair will provide a free version of the FEKO software package (www.feko.info), valid for one year with some minor restrictions. IDS will provide a student version of the ADF-EMS software package (www.idscorporation.com/space). CST will provide a free version of the CST STUDIO SUITE 2015 (www.cst.com) valid for one month. The morning's theoretical concepts will be put to work through the analysis and design of real life antenna examples during practical sessions in the afternoon. Participants are asked to come equipped with a laptop and a WiFi connection.

Course Topics

<p>Introduction – A. Freni (UNIFI) An overview on frequency domain methods. Mathematical aspects common to any frequency domain method. Review of basics of linear system solvers</p> <p>Introduction to the Method of Moments – Z. Sipus (UNIZAG) Construction of Moment Method programs. Examples of development of Moment Method codes (thin wire antennas, slot antennas). Scattering from metallic objects. Body of Revolution problems. Analysis of lenses and focalizing structures.</p> <p>Mixed Potential formulations of some integral eq. – J. Mosig (EPFL) Integral equations for electrostatics problems in free space. Mixed potentials for electrodynamics (full-wave) problems: vector and scalar potential. The Mixed Potential Integral Equation (MPIE) and its associated Green's functions. Method of Moments (MoM) implementations of the MPIE. Multilayered media. The spectral domain. Associated Green's functions as Sommerfeld integrals.</p>	<p>Periodic structures – A. Skrivervik (EPFL) Definition of a periodic structure and examples of applications, eg. arrays, frequency selective surfaces and metamaterials. Periodic Green's functions in space and spectral domains. Grating lobes and blind spots. Convergence issues.</p> <p>Periodic structures – A. Ciccomancini (CST) Introduction to the Finite Element Method and its implementation in CST STUDIO SUITE 2015</p> <p>Large array modelling – M. Bandinelli (IDS) Special acceleration techniques: theoretical overview and application examples</p> <p>Interactive practical sessions using FEKO – E.A. Attardo (Altair) Analysis of practical radiating and scattering examples using some of the computational electromagnetic techniques in the FEKO software package.</p>
---	--

Courtesy of Altair-FEKO



Courtesy of IDS and Thales Alenia Space





Registration fee: 440€ for Universities and non-profit Research Institutions, 1100€ for business companies.
Grants: A reduced number of grants, including free registration or a contribution of 600€ to travel expenses, are available.
For registration forms, information on grants, accommodation and any other course details please visit:
<http://www.esoa-web.org/> or http://www.antennasvce.org/Community/Education/Courses?id_folder=578

Fig. 1 – Opuscolo informativo del corso “Frequency Domain Techniques for Antenna Analysis”.



Fig. 2 – Ingegneri e studenti sulla terrazza dell’Osservatorio Ximeniano durante il coffee break.



Fig. 3 – Sala superiore dell’Osservatorio Ximeniano durante lo svolgimento del corso.

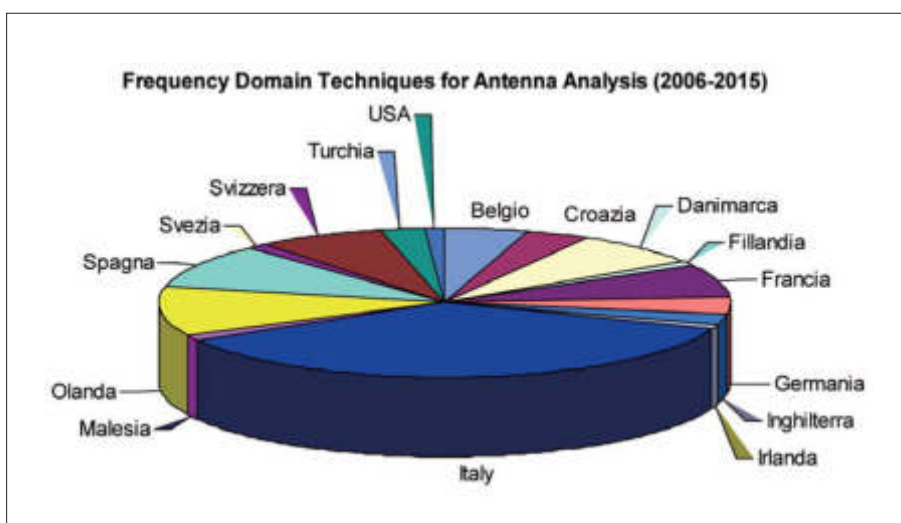


Fig. 4 – Distribuzione degli studenti rispetto ai paesi di origine.

L'OSSERVATORIO XIMENIANO, OVVERO L'ISTITUZIONE CHE LAVORA PER I POSTERI

MARIO CALAMIA (*) - ANGELO FRENI (**)

(*) *Presidente della Fondazione Osservatorio Ximeniano, Firenze.*

(**) *Responsabile della Sezione di Radiotecnica della Fondazione Osservatorio Ximeniano, Firenze.*

L'Osservatorio Ximeniano fu fondato dal gesuita trapanese Leonardo Ximenes nel 1756 ed è ancora oggi attivo negli stessi locali ove nacque, all'ultimo piano del Convento dei Padri Scolopi, detto di San Giovannino, a Firenze.

Nei vari campi in cui i membri dell'Osservatorio Ximeniano hanno operato si ritrovano importanti testimonianze che la Fondazione Osservatorio Ximeniano (FOX) custodisce con particolare cura. Si vogliono qui proporre alcune riflessioni su quello che è stato l'aspetto peculiare dell'Osservatorio come Istituzione scientifica, sensibile ai problemi del momento, ma anche a fare conoscere le varie soluzioni escogitate e a lasciarne traccia in modo che queste possano essere convenientemente utilizzate in futuro.

La prima riflessione riguarda P. Guido Alfani, di cui si riporta in questo stesso fascicolo, una comunicazione relativa a quanto da lui proposto in campo *radiotecnico* per risolvere al meglio il problema dell'ora esatta, essenziale per calcolare con elevata precisione la localizzazione dell'epicentro di un terremoto. Il restauro e la parziale ricostruzione della strumentazione recuperata nei locali della FOX è stato un atto doveroso per fare conoscere lo spirito da cui sono animati i veri scienziati: impegnare tutte le proprie risorse scientifiche per rendere più certe le ricerche e più affidabili i risultati ottenuti.

Padre Alfani era principalmente un sismologo, ma, per rendere più efficaci i sismografi da lui progettati nell'ambito di una tradizione vivissima nell'Osservatorio Ximeniano (basta citare P. Cecchi), aveva intuito che il punto debole era

quello della loro sincronizzazione con gli altri sismografi disponibili a quel tempo. Di qui la necessità di identificare con precisione il momento temporale in cui avveniva il sisma o come veniva comunemente chiamato il problema dell'ora esatta. Tale intuizione, nella sua geniale semplicità, assieme all'intenso lavoro svolto per realizzarla, ha permesso a P. Alfani di ottenere risultati così importanti da consacrarlo come il *padre della moderna sismologia*.

La seconda riflessione è relativa alla raccolta dei *dati meteorologici*. Questo aspetto riguarda un arco di tempo molto più lungo, più di due secoli.

Nel 1813 è iniziata, presso l'Osservatorio Ximeniano, la raccolta sistematica dei dati meteorologici così come ricordato solo due anni fa (2013) nel Convegno "200 anni di Osservazione del Tempo", Fondazione Osservatorio Ximeniano, 14 dicembre 2012.

Nella seconda metà dell'ottocento, al momento in cui si comprese *che le grandi perturbazioni atmosferiche hanno una loro individualità fisica e non nascono casualmente, ma si spostano da regione a regione esaurendo o incrementando la loro energia*¹, nacque la moderna meteorologia.

Numerose stazioni meteorologiche furono dapprima installate sul territorio italiano senza un

¹ Alberto Cintio e Patrizio Verdecchia, "L'Osservatorio meteorologico istituito da Temistocle Calzecchi-Onesti" in "La conquista della telegrafia senza fili", a cura di Ettore Fedeli e Mario Guidone, Nuova Alfa Editoriale, 1987.

vero e proprio schema preordinato e solo in seguito organizzate in una rete a livello nazionale prima, ed internazionale dopo, in grado di trasmettere contemporaneamente e in momenti pre-stabiliti le caratteristiche dell'atmosfera. L'Osservatorio Ximeniano era già preparato e pronto a questa nuova esigenza ed in particolare si dimostrò estremamente utile l'aver iniziato la raccolta sistematica dei dati meteorologici già da alcuni decenni.

Avere le serie storiche di dati (meteorologici nel caso in questione) è fondamentale per la modellistica e la previsione degli eventi. L'Osservatorio Ximeniano, attraverso i suoi Direttori, lo ha fatto e basterebbe ricordare il nome di P. Cecchi per capire quali importanti pagine di storia della meteorologia siano state scritte nelle stanze dell'Osservatorio Ximeniano.

Non così in altre situazioni come ad esempio il caso dell'Osservatorio di Fermo. Un importante osservatorio meteorologico fu infatti istituito da Temistocle Calzecchi-Onesti, *dopo un lungo iter burocratico*, a Fermo, dove lo stesso Calzecchi-Onesti insegnava al locale Liceo. Calzecchi-Onesti compilò l'elenco degli strumenti da richiedere all'*Ufficio Meteorologico e Geodinamico Italiano* presso l'Osservatorio astronomico del Collegio Romano con la finalità di *raccogliere i dati che si rivelavano utilissimi per l'agricoltura*. Infatti nel fermano *il forte interesse per la meteorologia era dovuto principalmente alla possibilità di avviare una raccolta di dati utilissimi a livello statistico per l'agricoltura e l'edilizia, e per conoscere la interdipendenza fra le varie meteore. Tante infatti sono le relazioni tra i fenomeni atmosferici e il mondo vegetale, per cui una conoscenza approfondita dei dati meteorici può migliorare qualitativamente e quantitativamente la produzione agricola.*

L'elenco comprendeva: psicrometro, pluviometro, evaporimetro, anemometro, barometro Fortin, barometro aneroide, termometro a max e min, filo elettrico, 20 isolatori e pile. La posizione geografica di Fermo apparve a Calzecchi-Onesti ideale per l'impianto di un Osservatorio meteorologico. Difatti Fermo si trova a 5 km dal mare con la catena dei monti Sibillini a WSW aventi una altezza media di 2200 metri e distanti 40 Km. Già ne *La Riscossa del 20 settembre 1885* si legge:

“...Non si tardò a riconoscere il *vantaggio e l'utilità* dell'Osservatorio. La eccellente posizione di Fermo per le osservazioni meteoriche venne riconosciuta nel novembre scorso dallo stesso Comm. Tacchini (fondatore dell'Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico, prima citato, che fece l'onore di recarsi espressamente a Fermo. ...omissis... E qui chiudiamo con una parola di meritato elogio al Prof. Calzecchi; con plauso al nostro Municipio, che in fatti di istruzione non bada a risparmi di spese; con sentita gratitudine all'illustre scienziato Comm. Tacchini e al Governo che col suo efficace concorso ci ha dato un'istituzione, che renderà segnalati servizi alla scienza e lustro alla città di Fermo”.

Temistocle Calzecchi-Onesti nell'ottobre 1898 si trasferì a Milano come insegnante presso il R. Liceo “C. Beccaria”, sostituito nel duplice incarico di insegnante al Liceo e di Direttore dell'Osservatorio dal Prof. Antonio Umani.

Il 12 novembre 1901, il Consiglio Comunale di Fermo decise la soppressione dell'Osservatorio con la seguente motivazione: *Il Consiglio, avuta comunicazione della domanda fatta dal sig. Direttore dell'Osservatorio predetto (cioè l'Osservatorio meteorologico) per un lattone di petrolio, una certa quantità di inchiostro, diversi pacchi di candele, ed oggetti di cancelleria ed altro; ritenuto che la spesa di funzionamento dell'Osservatorio anzidetto non recano, per quanto consta, veruna utilità, ...omissis.... Delibera doversi radiare dal bilancio del Comune qualsiasi spesa riferibile al funzionamento ed esercizio, reputandolo di niun vantaggio ed interesse sia per l'Amministrazione sia pel pubblico.*

La delibera non merita commenti ma evidenzia la diversa preparazione scientifica e lungimiranza degli Scolopi e la testimonianza lasciata dall'Osservatorio Ximeniano, che la Fondazione Osservatorio Ximeniano continua a custodire e mettere a disposizione di tutti, cittadini e scienziati.

Questa è storia passata. Oggi la Stazione meteorologica di Fermo è di nuovo operativa, raccoglie e distribuisce dati e informazioni. L'interruzione poco lungimirante decretata nel 1901 ha privato la comunità scientifica di una serie di dati che potevano essere raccolti e ormai perduti per sempre.

Archivio



la documentazione dell'archivio; ne erano pertanto risultate non censite parecchie unità, anche di rilevante interesse, che si trovavano nei locali al piano superiore; erano altresì state escluse dall'inventario un certo numero di rilevazioni meteorologiche e sismologiche che sono oggi risultate essere di fondamentale importanza per la completa ricostruzione della storia dell'Osservatorio. Pertanto, dopo attento esame condotto insieme al funzionario della Soprintendenza Archivistica per la Toscana preposto alla vigilanza degli enti ecclesiastici, dottoressa Gabriela Todros, si è rivelato necessario rivedere e modificare parzialmente l'intera struttura dell'inventario.

La prima parte del lavoro è iniziata nell'autunno 2013 e si è conclusa nella primavera 2014 ed è stata finanziata – come già detto – con fondi della Conferenza Episcopale Italiana.

Nel corso del lavoro di schedatura, durante il quale è stata pertanto seguita, laddove possibile, la struttura del precedente inventario, si è proceduto al controllo di ogni singola unità archivistica, alla verifica della consistenza, delle dimensioni e degli estremi cronologici, integrandoli se mancanti o incompleti. La numerazione delle carte di ogni singola unità era stata già effettuata e si è rivelato necessario integrarla solamente in rari casi.

Terminata l'attività di schedatura, si è proceduto al riordino vero e proprio consistente nell'individuazione delle serie che desse una struttura più coerente all'insieme e che facilitasse il successivo lavoro di ricerca del materiale.

Si è ritenuto opportuno creare tre sezioni (A: Osservazioni, B: Documenti Tecnici e Carteggio relativo e C: Altri Documenti). All'interno delle sezioni, ove necessario, sono state create alcune sottoserie per individuare meglio i gruppi omogenei di documenti.

La sezione "A - Osservazioni" contiene la documentazione precedentemente raggruppata nelle "Osservazioni Meteorologiche" e quelle delle "Osservazioni Astronomiche e Sismologiche", oltre a una nuova serie di "Osservazioni Radiotelegrafiche". Si è voluto così unire tutti i documenti che avessero le caratteristiche precise di osservazioni piuttosto che di studi o di appunti; questi ultimi sono stati pertanto raggrup-

pate nella sezione "B - Documenti Tecnici e Carteggio relativo"; essa contiene tutta la documentazione tecnica avente carattere di appunti, di studi, di conferenze e la corrispondenza relativa, serie per serie; le materie sono spesso le stesse della prima sezione ma la tipologia del documento è radicalmente diversa. La sezione "C - Altri Documenti" contiene materiale relativo alla contabilità e all'amministrazione, carte legali, la corrispondenza di carattere più generale, gli inventari e i cataloghi, la rassegna stampa e le pubblicazioni e appunti manoscritti.

Si è infine proceduto alla cartellinatura definitiva e alla sistemazione fisica delle unità secondo l'ordine descritto nel presente inventario, partendo dagli armadi della stanza piccola, fino a quelli della biblioteca moderna. Sono state trasferite al piano superiore tutte le unità, rilegate nei libretti a matrice, contenenti le singole schede di rilevazione, in quanto ritenute di minor consultazione.

Rispetto al precedente ordinamento, sono risultate mancare certe unità: dopo accurate ricerche, alcune delle unità mancanti sono state ritrovate e regolarmente inserite nel presente inventario, mentre delle rimanenti 13 non si è potuto tenere conto nel corso del lavoro. Se ne dà spiegazione in modo più approfondito nella descrizione di ogni singola serie alla quale esse appartenevano. Va anche, comunque, segnalato che parecchie di codeste unità sono ricomparse nel tempo perché dislocate nel posto sbagliato o perché in possesso di alcuni dei membri dell'Osservatorio che le trattenevano per motivi di studio.

Nel corso del lavoro i documenti sono stati ricondizionati con materiali moderni, per consentire le migliori condizioni di mantenimento delle unità stesse.

Per la conservazione dei singoli documenti o dei fascicoli si sono utilizzate camicie in carta barriera, fornite dalla società Frati & Livi; si tratta di carta dello spessore di 90 grammi/m² in pura cellulosa (100%) a bassissimo contenuto di acidità (Acid free) con riserva alcalina (tamponate).

Le singole unità archivistiche sono state riposte all'interno di cartelle a quattro lembi del tipo Premium Plus fornite dalla società CTS

Europe. Tali cartellette sono prodotte con cartoncino di pura cellulosa (100%), tamponate, ossia con riserva alcalina (calcio carbonato superiore al 4%) con un pH tra 8,0 e 9,0; sono Acid free e privi di lignina (ASTM D 1030 / ISO 302) e hanno superato i test P.A.T. (Photographic Activity Test) condotti presso l'Image Permanence Institute di Rochester, U.S.A. (ISO 18916).

Sono state usate scatole del tipo Classic fornite dalla società CTS Europe, ideali per l'archiviazione di documenti sciolti e/o di registri e di volumi. Tali scatole sono progettate per proteggere le opere dalla polvere e dalla luce e sono prodotte con cartone ad alto contenuto di cellulosa e tamponate, ossia con riserva alcalina (calcio carbonato superiore al 4%) con un pH tra 7,5 e 9,0, quindi a bassissima acidità (Acid free).

Tutti questi supporti sono studiati appositamente per garantire le migliori condizioni di conservazione al materiale. Il termine "acid free" indica che l'acidità naturalmente presente nella carta, o nel cartone, è stata neutralizzata in fase di produzione con l'aggiunta di sostanze basiche come il carbonato di calcio, in modo da portare il pH a un valore compreso tra 6,5 e 7,0. Si definiscono tamponate (*buffered*) le carte e i cartoni contenenti un eccesso di carbonato di calcio che va a costituire la riserva alcalina. In questo caso il pH sarà maggiore di 7,0. Si può osservare il risultato della nuova organizzazione archivistica nella Fig. 2.

Nel corso del 2015, su richiesta del Presidente della Fondazione Osservatorio Ximenesiano, si è proceduto allo spostamento dell'archivio – appena rimesso in ordine – in una stanza del mezzanino superiore. Sempre su richiesta del Presidente, si è provveduto alla schedatura e al riordinamento dei sismogrammi, ossia delle strisce di carta (affumicata, normale, fotografica, chimica e termosensibile) sulle quali sono registrate le variazioni che gli strumenti sismometrici registrano. Anche questo lavoro è stato finanziato con il contributo dell'otto per mille della CEI.

Nei sismogrammi è contenuta una cospicua parte del patrimonio culturale dell'Osservatorio Ximenesiano in quanto i sismogrammi coprono un periodo che va dall'inizio del XX secolo fino



Fig. 2 – Esempio di organizzazione delle unità.

alla prima decade del XXI, registrando i dati scientifici dei più importanti eventi sismici avvenuti nel secolo appena trascorso.

Si è trattato di un lavoro abbastanza lungo e complesso che, inizialmente, non appariva tale. I sismogrammi erano custoditi nella stanza in cui è stato trasferito l'intero archivio. I dati erano raccolti in buste con legacci di stoffa o con cinghie di plastica, ma in uno stato di totale disordine cronologico. La sola parte relativamente in ordine è stata quella che venne a suo tempo digitalizzata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, come si può osservare in Fig. 3

Sono state costituite 240 unità con oltre 70.000 sismogrammi: in realtà, i numeri erano diversi, ma si è deciso di procedere, laddove opportuno,



Fig. 3 – Sismogrammi digitalizzati da INGV.

a delle riunificazioni e a degli scorpori per consentire una certa uniformità di contenuto.

È stato necessario riordinare i singoli sismogrammi in ordine di giorno e di mese, con un notevole dispendio di tempo; nella fase descrittiva ci si è sempre attenuti al criterio cronologico e si è quasi sempre potuto dare informazioni in merito allo strumento utilizzato, alle componenti di lettura presenti (nord-sud, est-ovest, e zeta – ossia up-down), alle singole date e, quando possibile, agli eventi sismici descritti. Tali informazioni sono state doverosamente rilevate in voci d'indice che permettono di recuperare le informazioni in modo rapido ed efficiente sia consultando il sito web che sull'inventario cartaceo che ne deriverà.

A differenza del metodo di etichettatura utilizzato per tutte le altre unità dell'archivio, nel caso dei sismogrammi si è preferito ricorrere al metodo delle cosiddette etichette “parlanti”

ossia complete dei dati minimi relativi allo strumento e al periodo di osservazione.

Data la notevole mole – anche ponderale – del materiale sismografico, si è preferito lasciare le unità nel loro ordine fisico originale, ancorché questo risulti in un certo disordine logistico, affidandosi alla summenzionata tavola di raffronto che rappresenta anche un documento di rilievo topografico che consente un rapido ritrovamento delle unità cercate.

Al termine del lavoro di redazione dell'inventario è stata preparata una tavola di raffronto tra la numerazione attribuita alle singole unità dal precedente ordinatore, dott. Ferrari, e la nuova numerazione. La descrizione di ogni unità comporta il riferimento contestuale alla vecchia segnatura; laddove essa manchi, si tratta di unità raccolte in epoca successiva al precedente ordinamento.

Museo



IL RESTAURO DELL'EQUATORIALE FOTOGRAFICO "ALFANI"

RENZO MACII (*)

(*) *Responsabile del Laboratorio di Restauro della Fondazione Osservatorio Ximeniano, Firenze.*

L'equatoriale, interamente progettato dal P. Alfani e realizzato dalla ditta Curradi Alfredo di Firenze nel 1910, utilizza due obiettivi fotografici tipo Petzval, di grande diametro uno dei quali costruito dalla ditta Voigtländer & Sohn in Wien und Braunschweig, N° 11903, di apertura 160 mm e l'altro, di 108 mm di apertura, costruito dalla ditta Hermagis.

Certi che si trattava di uno strumento di grande pregio, soprattutto perché è stato progettato nell'Osservatorio Ximeniano, abbiamo ritenuto che fosse necessario un decisivo intervento di restauro per una sua conservazione nel museo e, quindi, una sua visibilità. Il restauro si presentava molto complesso e di notevole durata a causa del pessimo stato di conservazione dello strumento, del suo peso e delle sue dimensioni. Infatti l'equatoriale per qualche anno (prima del 2004) era stato abbandonato nel terrazzo, sottoposto quindi alle notevoli variazioni termiche e all'umidità atmosferica e talvolta anche alla pioggia. Le parti in ferro ed acciaio erano tutte arrugginite; alcune parti dei meccanismi di rotazione erano piegate e talune rotte.

La verniciatura (non originale) era scrostata in molte parti.

Gli interventi di restauro e del recupero funzionale dell'equatoriale hanno riguardato i seguenti punti:

- ricostruzione di alcune parti meccaniche;
- smontaggio obiettivi e pulitura delle lenti;
- smontaggio parti meccaniche;
- rifacimento di piccole parti mancanti (viti, alberini, spine ecc.);
- Saldatura di talune parti rotte;



Fig. 1 – L'equatoriale fotografico Alfani, restaurato e posto su un basamento in legno nella sala del Museo della FOX.

- pulitura parti verniciate;
- pulitura parti rugginose in ferro e acciaio e delle parti in ottone e nickelate;
- trattamento di verniciatura delle singole parti non verniciate con vernice trasparente tipo "zapon";
- ripasso delle filettature delle viti e comunque delle parti filettate (il passo delle viti non è standard!);
- sverniciatura e successiva riverniciatura dei supporti (basamento ecc...) con vernice nera simile all'originale;
- rimontaggio dell'intero strumento su base di legno rialzata.



Fig. 2 – Alcune immagini che mostrano lo “stato di conservazione” dell’equatoriale. Nella prima figura a sinistra si nota che gli obbiettivi erano stati rovesciati rispetto alla loro posizione corretta. Le altre mostrano i meccanismi e il loro stato di ossidazione.

IL RESTAURO DEL CERCATORE DI COMETE DI FRAUNHOFER

LAWRENCE WESTINGHOUSE (*)

(*) *Laboratorio di Restauro, Fondazione Osservatorio Ximeniano, Firenze.*

Qui di seguito sono riportati i principali passaggi che hanno accompagnato il restauro del “Cercatore di comete” di Joseph von Fraunhofer.

Lo strumento presentava macchie e sverniciature nella parte di legno e ossidazioni di vario tipo nella parte metallica, dovute a eccessivi “maneggiamenti” e a maldestre lucidature con prodotti non idonei.

- Le parti ottiche erano piene di polvere e di sporco. Per un corretto restauro dello strumento si è reso necessario il suo completo smontaggio.
- La parte superiore delle tre colonnine con “testine” a forma di sfinge sono state riverniciate con vernice d’oro.
- Le parti in legno del supporto del cannocchiale sono state verniciate a tampone con idonea lacca alla cellulosa.

- Le parti in ferro sono state ripulite dalla ruggine, mentre le parti in ottone sono state dapprima lavate con sapone neutro e quindi disossidate e successivamente, dopo lucidatura, sono state protette a pennello con lacca alla nitrocellulosa di tipo “Zapon”.
- Le ottiche, accuratamente smontate, sono state pulite prima con un pennello di peli di martora e successivamente con panni morbidi.
- Particolare cura si è avuta per il tubo di legno del cannocchiale che dopo una leggera pulitura è stato trattato con cera vergine d’api.



Il cercatore di comete prima del restauro e dopo il restauro (a destra).



GLI EQUATORIALI DELL'OSSERVATORIO XIMENIANO

EMILIO BORCHI (*) - MARIO CALAMIA (**) - RENZO MACII (***)

(*) *Direttore della Fondazione Osservatorio Ximeniano, Firenze.*

(**) *Presidente della Fondazione Osservatorio Ximeniano, Firenze.*

(***) *Responsabile della Sezione di Meteorologia della Fondazione Osservatorio Ximeniano, Firenze.*

1. STRUMENTI PER DETERMINARE LA POSIZIONE DEGLI ASTRY E IL TEMPO

Nell'Ottocento l'attività negli Osservatori era rivolta a determinare la posizione degli astri nel cielo (astronomia di posizione): lo scopo era quello di compilare atlanti stellari, di determinare l'orbita delle comete, di studiare la posizione precisa dei pianeti e degli asteroidi nel cielo, di realizzare strumenti sempre più perfezionati e idonei per l'astronomia di posizione, di sviluppare infine tecniche matematiche di alta precisione.

Due parametri in particolare sono necessari per ricavare la posizione di un astro in cielo: La posizione dell'osservatore sulla Terra e il tempo, cioè l'istante in cui viene effettuata l'osservazione. Per quanto riguarda la posizione dell'osservatore è necessario conoscere il suo orizzonte e i punti cardinali del suo sistema di riferimento. La Terra ruota attorno al proprio asse in un periodo di 24 ore; di conseguenza anche la volta celeste ruota con lo stesso periodo, La posizione dell'asse celeste dipende dalla posizione dell'osservatore; l'inclinazione dell'asse terrestre rispetto all'orizzonte è uguale alla latitudine del luogo di osservazione.

Oltre alla rotazione attorno al proprio asse con il periodo di un giorno, la Terra è sottoposta a un moto periodico di rivoluzione intorno al Sole con il periodo di un anno solare. Per effetto di questo moto, la posizione del Sole rispetto alle stelle fisse varia nel corso dell'anno e mentre il Sole compie un giro completo della sfera celeste in un giorno, le stelle fisse ritardano ri-

spetto al Sole; se si osserva nella stessa direzione del cielo notturno alla stessa ora di due giorni diversi l'aspetto del cielo appare diverso.

Per tener conto di questi fenomeni, fin dai tempi più antichi gli astronomi hanno preso in considerazione diversi sistemi di riferimento per indicare la posizione delle stelle. Uno è il sistema delle coordinate altoazimutali in cui la posizione di una stella è indicata dalla direzione rispetto al punto Sud (azimut) e dalla sua altezza sull'orizzonte locale dell'osservatore. Quindi questo sistema è un sistema locale. Materialmente questo primo sistema si realizza col teodolite, strumento che ha tra i suoi elementi un cannocchiale, un circolo orizzontale graduato (circolo azimutale), sul quale si leggono gli azimut e un circolo verticale graduato (circolo zenitale) che dà le altezze o le distanze zenitali.

Oltre a questo sistema è necessario anche un sistema di coordinate indipendenti dall'osservatore, in cui la posizione della stella sia determinata univocamente e sia indipendente dal tempo. Tale sistema di coordinate si chiama sistema delle coordinate orarie equatoriali (Fig. 1).

Le coordinate di questo sistema non dipendono quindi dalla posizione dell'osservatore e valgono perciò per tutti i luoghi della Terra, ragione per cui furono adottate da gran tempo per individuare la posizione degli astri sulla sfera celeste, Per la loro misura si utilizza lo strumento chiamato *equatoriale*, che non è altro che un grande teodolite inclinato in modo che il suo asse principale risulti disposto, mediante appoggi opportuni, lungo la direzione dell'asse del mondo. Allora il circolo azimutale, che nel caso visto in precedenza

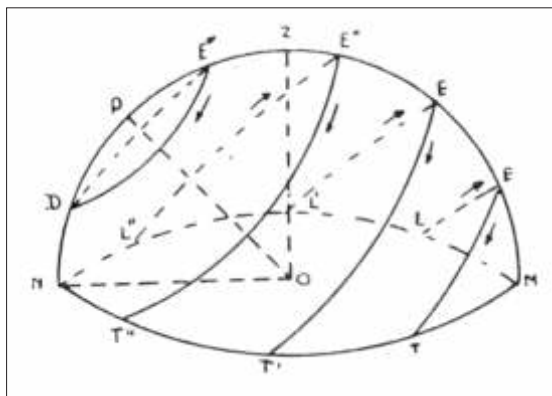


Fig. 1

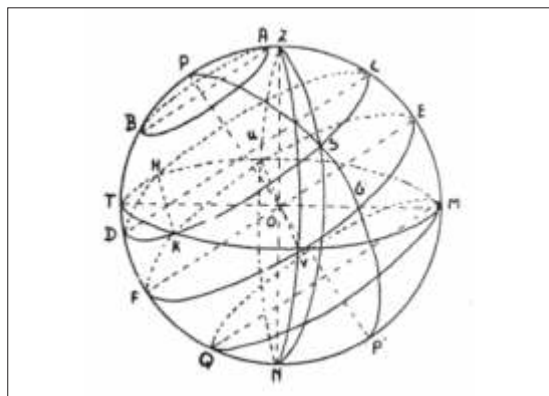


Fig. 2

era orizzontale, si troverà ora parallelo al piano dell'equatore celeste e darà, invece delle differenze di azimut, differenze di angoli orari, e *ascensioni rette* e il circolo zenitale, che prima segnava i piani verticali, adesso segnerà i circoli orari. Se le graduazioni dello strumento sono disposte in modo che il circolo azimutale segni 0° quando il piano dell'altro circolo (zenitale) coincide col meridiano e su questo si leggerà 0° quando il cannocchiale sarà diretto a un punto dell'equatore celeste, allora volgendo il cannocchiale verso un astro qualsiasi sul primo circolo si leggerà l'angolo orario e sul secondo la *declinazione*¹. L'alzazimut è la rappresentazione materiale del primo sistema di coordinate, l'equatoriale è la rappresentazione materiale del secondo sistema.

Si supponga adesso che il circolo azimutale possa ruotare liberamente intorno all'asse del mondo e che lo zero venga fissato in quel punto (punto γ) che corrisponde all'equinozio di primavera (21 marzo); allora volgendo il cannocchiale verso l'equinozio sul circolo si leggerà lo zero, mentre volgendolo verso un astro qualunque si leggerà il valore della corrispondente *ascensione retta*². Vi è un altro mezzo per ottenere le ascensioni rette senza usare il circolo azimutale (Fig. 2).

Questo metodo delle osservazioni dei passaggi degli astri nel piano meridiano: il cannocchiale dello strumento è appoggiato coi due bracci dell'asse orizzontale sopra due pilastri ed è disposto, con tale asse, nella direzione dei punti di est e ovest, che sono i poli del meridiano. L'asse ottico del cannocchiale, rigorosamente perpendicolare all'asse orizzontale, girando attorno a questo, descriverà il piano meridiano; con lo strumento così disposto si osservano i tempi dei passaggi delle varie stelle; le differenze dei tempi saranno le differenze delle loro ascensioni rette e, se si conosce l'istante in cui è passato per il piano meridiano il punto γ , esse daranno le ascensioni rette. Se infine lo strumento è fornito di un circolo zenitale con alta approssimazione di lettura ($1''$ o maggiore), le cui letture agli astri forniranno le relative differenze di declinazione e, se si conosce qual è la lettura quando l'asse del cannocchiale è rivolto al polo celeste, allora si conosceranno anche le declinazioni stesse,

Questo strumento, il *circolo meridiano*, dà simultaneamente le ascensioni rette e le declinazioni degli astri; se invece è più semplice e ha un circolo zenitale graduato in modo più grossolano per servire da cercatore, prende il nome

¹ Invece della distanza polare PS (si veda la Fig 6), si usa il suo complemento GS che è la distanza dell'astro dall'equatore e prende il nome di *declinazione*. Essa è positiva andando dall'equatore al polo boreale, negativa andando a quello australe: la declinazione del polo boreale è $+90^\circ$, quella del polo australe è -90° ; i punti dell'equatore celeste EF hanno declinazione nulla.

² Questa nuova coordinata (*ascensione retta* dell'astro) è definita come l'arco di equatore compreso tra l'equinozio di primavera ed il punto G (si veda la Fig. 2) e si indica con α o con l'abbreviatura AR; essa si misura sull'equatore da 0° a 360° in senso opposto alla rotazione diurna e all'angolo orario, quindi a ovest ad est e si esprime in tempo in ragione di quindici gradi per un'ora.

di *strumento dei passaggi*; in molti casi, specialmente nel Novecento, era di dimensioni trasportabili ed è stato impiegato nelle determinazioni geografiche e nell'esecuzione di stazioni di astronomia geodetica. Indicando con θ l'angolo orario del punto γ , esso misura il tempo siderale locale, poiché il punto γ , perfettamente definito, è invariabilmente connesso alle stelle. Tale angolo rappresenta anche l'ascensione retta dello zenit geocentrico e poiché è (Fig. 2):

$$\theta = \gamma M, \quad \gamma S = \alpha, \quad S M = t;$$

si ha:

$$\theta = \alpha + t$$

che è la relazione fondamentale tra il tempo siderale locale, l'ascensione retta e l'angolo orario di una stella (Fig. 3).

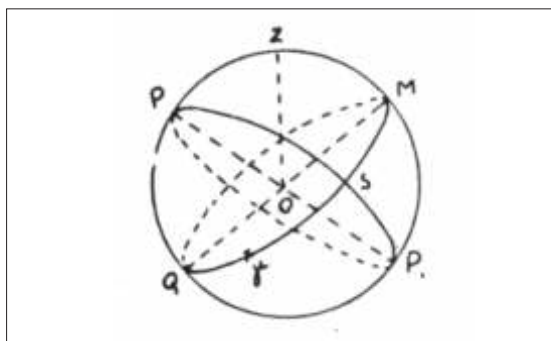


Fig. 3

2. LO STRUMENTO DEI PASSAGGI O CANNOCCHIALE MERIDIANO DI UTZSCHNEIDER & LIEBHERR

Costruttore: Utzschneider & Liebherr, München

Datazione: 1814 circa

Materiali: legno, ottone, acciaio, ferro, vetro

Dimensioni: 145 cm

Alcuni documenti fanno supporre che nel 1809 P. Giovanni Inghirami abbia convinto il direttore dell'Osservatorio Ximeniano, P. Del Ricco ad "acquistare uno strumento dei passaggi appartenente all'Osservatorio di Brera, mediante il quale egli potè cominciare i suoi primi lavori astronomici, che tanto vantaggio offrirono per una più facile e più sicura determinazione delle Longitudini geografiche" (Fig. 4).



Fig. 4 – Cannocchiale meridiano di Utzschneider & Liebherr

Da una minuta di P. Del Ricco del 1808 si evince che lo strumento di Brera fu realmente acquistato; presso il Museo degli strumenti antichi dell'Osservatorio Ximeniano esiste effettivamente una grande livella che sembra aver fatto parte di tale strumento. Si tratta di una livella inclinabile con vite micrometrica, molla e tamburo: essa sembra risalire alla seconda metà del Settecento. Insieme alla livella è presente anche un illuminatore a candela (o a olio), accessorio che di solito era in dotazione a un equatoriale. La sua forma è settecentesca. Probabilmente la livella e l'illuminatore appartenevano all'equatoriale di Jacques Canivet³ che pervenne all'Osservatorio Ximeniano dall'Osservatorio di Brera nel 1807 o 1808. In ogni caso lo strumento non era dei più precisi e fu ben presto messo da parte.

³ Nella prima metà del Settecento operarono a Parigi Claude Langlois e il figlio Jean. L'attività di Claude si situa tra il 1700 ed il 1756; del figlio Jean si hanno notizie intorno al 1760. Langlois lavorava all'Osservatorio per i Cassini, come costruttore di tese, di quadranti e di altri strumenti astronomici. Il suo indirizzo era "A Paris, aux Galleries du Louvre n° 29". Il successore di Claude Langlois fu il nipote Jacques Canivet, la cui attività si sviluppò tra il 1751 e il 1774. Canivet, che aveva l'Atelier in quai de L'Horloge, aveva adottato, come Langlois, l'insegna "À la Sphère", forse la più famosa del Settecento. Come Langlois, Canivet fu costruttore specialmente di tese e quadranti astronomici, oltre a strumenti matematici e grafometri.

Nella successiva corrispondenza tra P. Inghirami e Francesco Carlini di Brera si parla diffusamente degli strumenti astronomici di Georg von Reichenbach considerato, riguardo ai cerchi ripetitori e ai cannocchiali meridiani, “il più valente artista, almeno del Continente”.

Negli anni immediatamente seguenti, P. Inghirami si dotò di molti strumenti di Reichenbach, ma non riuscì ad acquistare uno strumento dei passaggi del costruttore bavarese.

Solo verso il 1814, dopo la separazione dell'attività di Reichenbach dal quella dell'imprenditore Joseph Utzschneider, il giovane astronomo della specola di S. Giovannino si dotò di un magnifico strumento dei passaggi di Utzschneider e Liebherr.

Joseph Liebherr era stato per molti anni il principale collaboratore di Reichenbach e, di quest'ultimo costruttore, lo strumento rispecchiava lo stile e le caratteristiche

Lo strumento era sostenuto da due colonne di pietra, attualmente non più presenti, alla cui sommità erano fissate le piastre dei cuscinetti sui quali appoggiava l'asse di rotazione del cannocchiale. Uno dei cuscinetti, mobile opportunamente, permetteva piccole correzioni, laterali e in altezza, dell'asse ottico e della linea meridiana. All'altro cuscinetto è fissato un semicerchio di ottone che serve a leggere l'inclinazione del cannocchiale rispetto al piano orizzontale.

Il cannocchiale ha la distanza focale di circa 117 cm; l'obbiettivo, di Fraunhofer, ha l'apertura di 77 mm e l'oculare ha 90 ingrandimenti. Il reticolo è costituito da 7 fili di campo fissi e l'oculare scorre lateralmente lungo tutto il campo con vite micrometrica.⁴ L'oculare ha anche un prisma a 90° a riflessione totale per la visione laterale e un vetrino colorato per l'os-

servazione diretta del Sole. Ai collari del cannocchiale è sospesa una grande livella per la correzione dell'orizzontalità dell'asse. I contrappesi servono ad equilibrare opportunamente lo strumento affinché, quando non usato per l'osservazione, l'asse non si appoggi sui cuscinetti.

In una delle facce del dado centrale che sostiene le due parti opposte del cannocchiale è riportata la scritta *Utzschneider & Liebherr, München*.

Fino al 1912, anno in cui G. Alfani realizzò la stazione radioricevente nell'Osservatorio Ximeniano, lo strumento dei passaggi veniva utilizzato sempre e regolarmente quasi ogni sera per determinare, mediante la culminazione delle stelle, l'ora esatta e, stando a quanto affermava Alfani stesso, era sufficiente ad assicurare la precisione dell'ora entro il mezzo secondo

3. PICCOLO EQUATORIALE O MACCHINA PARALLATTICA DI UTZSCHNEIDER & LIEBHERR

Costruttore: Utzschneider & Liebherr, München

Datazione: 1821 circa

Materiali: marmo e ottone

Dimensioni: h 74,8 cm, largh. 72x49 cm

L'equatoriale è costituito, come l'altazimut, da due cerchi e da un cannocchiale: inclinando l'asse verticale di un altazimut in modo da disporlo parallelo all'asse di rotazione terrestre si ottiene un equatoriale. In tal modo il cerchio orizzontale si dispone in un piano parallelo al piano dell'equatore e il cerchio verticale si può far coincidere con uno qualunque dei cerchi di declinazione (o cerchi orari) (Fig. 5).

L'equatoriale serve per determinare la declinazione e l'ascensione retta di un astro, o l'angolo orario o, meglio ancora, per trovare la differenze tra le ascensioni rette e le declinazioni di due astri vicini. Il piede su cui è montato l'equatoriale si dice piede parallattico. Nell'equatoriale il moto di rotazione intorno all'asse della macchina celeste avviene per mezzo di un meccanismo a orologeria, regolato in modo che, puntato il cannocchiale su un astro, ne venga seguito automaticamente il movimento

⁴ L'illuminazione del reticolo viene data dall'asse di rotazione del cannocchiale ed è ingegnosa la maniera con cui si può regolarne l'intensità luminosa, perché è costituito da un settore con una finestrella a V, che si frappone tra la sorgente luminosa e il foro di entrata. Variando l'apertura della finestrella a V si regola l'intensità della luce. Il sistema si chiama *regolatore a forbice*. Cfr. G. ALFANI, *Il servizio dell'ora*, in Pubblicazione dell'Osservatorio Ximeniano-N° 136, Firenze 1928.



Fig. 5 – Macchina parallattica di Utzschneider & Liebherr.

apparente diurno entro il campo visivo. Tale rotazione per i piccoli equatoriali può farsi a mano con moto regolare.

La piccola macchina parallattica di Liebherr (*kleines Äquatorial nach Liebherr*) è mostrata nella figura ripresa dal trattato di Repsold *Zur Geschichte der astronomischen Messwerkzeuge von Purbach bis Reichenbach*. Le sue dimensioni sono le seguenti: altezza della colonna verticale sul treppiede di base 35 cm; essa sostiene sul piede parallattico (un prisma triangolare di ottone) l'asse di rotazione, inclinata rispetto alla verticale del luogo di un angolo pari alla colatitudine (circa 45° nel nostro caso); L'asse di rotazione termina in basso con un cerchio (parallelo al piano equatoriale) di 22 cm di diametro, con la scala circolare di ottone divisa in due parti da 0 a 12 (cerchio delle ore, *Stundenkreis*) e con due microscopi semplici per la lettura dei nonii. Nel piano perpendicolare al cerchio equatoriale è disposto un secondo cerchio di diametro di 31 cm di diametro, su cui è fissato diametralmente il cannocchiale di

osservazione; esso è lungo 64 cm, il diametro massimo all'obbiettivo è 5.5 cm, centralmente ha un'apertura circolare con vetri bianco e nero per illuminare internamente un crocifilo. Il cannocchiale ruota sul piano del cerchio, attorno al suo asse centrale ed è bloccato su due raggi del cerchio; la scala circolare, argentata, è divisa in quattro quadranti da 0° a 90° . Sulla scala si muovono due microscopi semplici per la lettura dei nonii. Dalla parte opposta lo strumento è equilibrato da un contrappeso. Tutto il sistema appoggia su un elegante treppiede (il lato del triangolo equilatero di base vale 47 cm) che alla base della colonna verticale reca due livelle ad acqua perpendicolari tra di loro.

La macchina parallattica fu costruita nelle officine di Monaco da Utzschneider e Liebherr nel 1820 insieme a una tavoletta pretoriana con alidada e a un pantografo. Gli ultimi due strumenti furono utilizzati nell'Osservatorio Ximeniano per la preparazione della Carta Geometrica della Toscana, mentre lo strumento astronomico venne impiegato da P. Giovanni Inghirami per i suoi studi astronomici..

4. L'EQUATORIALE FOTOGRAFICO DI P. GUIDO ALFANI

La storia della realizzazione di questo strumento è descritta dal P. Alfani nelle Pubblicazioni dell'Osservatorio Ximeniano dei PP. Sclopfi, Num. 105, in una memoria dal titolo *L'Osservatorio Ximeniano e il suo materiale scientifico*, II (Sezione Astronomica), p.19 e seguenti, Pavia 1910.

Lo strumento

Avendo a disposizione due obiettivi fotografici (tipo Petzval, da ritratti), uno dei quali costruito dalla ditta Voigtländer & Sohn in Wien und Braunschweig, N° 11903, di apertura 160 mm e l'altro, di 108 mm di apertura – costruito dalla ditta Hermagis, in Parigi – P. Alfani ritenne opportuno utilizzarli facendoli montare in un dispositivo di tipo equatoriale.

Dopo aver messo a punto il progetto, per la sua realizzazione si rivolse alla ditta Curradi Alfredo di Firenze (via del Porcellana 47, II

piano) la quale completò lo strumento nel 1910 con una spesa di 870 lire; a detta di P. Alfani si tratta di un importo ben inferiore a quello di “case costruttrici specializzate”.

Nella nota n°1 a p. 19 della citata memoria si legge: “*Mi sembra doveroso ricordare a titolo di onore il meccanico Sig. A. Curradi, che ha saputo con la perizia ed abilità sue proprie tradurre in atto questo strumento superando tante difficoltà e facendo sì che corrispondesse precisamente ai nostri desideri*”.

Lo strumento (Fig. 6) che, come si è detto, è stato progettato interamente dal P. Alfani, è costituito da un pesante basamento di ghisa regisrabile mediante tre robuste viti calanti. L’asse polare, di acciaio e molto robusto, ruota su cuscinetti a sfere ed è inclinato rispetto al piano orizzontale di un angolo eguale alla latitudine di Firenze ($43^{\circ} 47' 14''$, 64 N)

I due obiettivi con le camere fotografiche poste all’estremità inferiore (non più presenti) sono disposti trasversalmente rispetto all’albero polare. La rotazione dell’asse polare viene effettuata mediante un meccanismo a orologeria

del tipo di quelli già adoperati con successo da 10 anni per il trascinamento della carta affumicata nei sismografi dell’Osservatorio. Il meccanismo non era presente sullo strumento al momento del restauro; un esemplare identico è stato rinvenuto nel magazzino della fondazione ed è stato inserito nell’equatoriale. Esso, come l’originale, è composto da tre ingranaggi, l’ultimo dei quali è lo scappamento di un corto pendolo (non più presente), che “batte 1/3 di secondo”, può essere innestato o disinnestato mediante una coppia di ingranaggi con “dentatura frontale”.

P. Alfani fa notare che la precisione del movimento dell’asse è inferiore al potere risolutivo dell’obiettivo di 160 mm, come confermano le fotografie delle stelle le cui immagini mantengono “l’aspetto puntiforme”. La forza motrice per il meccanismo a orologeria è fornita dalla caduta di un peso (non più presente), attaccato a una cordicella che scorre su una serie di pulegge “a corona”.

L’asse polare nella parte inferiore reca una ruota dentata accoppiata con una vite senza fine



Fig. 6 – L’equatoriale fotografico Alfani, restaurato e posto su un basamento in legno nella sala del Museo della Fondazione Osservatorio Ximeniano.



Fig. 7 – Pilastro posto nel centro della torretta sulla sommità dell’Osservatorio, sul quale probabilmente era alloggiato l’equatoriale Alfani, su una opportuna base.

inserita in un albero che può scorrere longitudinalmente lungo i suoi supporti; le estremità di questo sono appoggiate a due perni provvisti di punte di acciaio. Un albero reca una molla che mantiene la sua punta sempre a contatto con l'albero della vite senza fine; l'altro albero, più lungo del precedente, reca una filettatura micrometrica. La rotazione (manuale) di questo, per mezzo di una coppia di ingranaggi conici, provoca il suo spostamento; la punta spostata assialmente l'albero della vite senza fine che agisce sulla ruota dentata provocandone una piccola rotazione. L'intero meccanismo serve ad effettuare rotazioni micrometriche dell'asse polare.

Come si è accennato, in fondo agli obiettivi era inserito uno chassis porta-lastra fotografica;

gli chassis erano provvisti di un sistema di spostamento per la messa a fuoco dell'immagine sulla emulsione fotografica. Sia gli chassis che tale meccanismo non sono più presenti.

L'equatoriale era alloggiato nella parte superiore dell'edificio. P. Alfani afferma nella memoria citata che “... *il locale e la cupola centrale della quale potevo disporre esisteva già; e già pure esisteva il pilastro nel centro ben rinforzato in antico con opportune opere murarie...*”

Con tutta probabilità si tratta della torretta dove attualmente sono alloggiati PC e strumenti della meteorologia; infatti questa è la sola zona dove è posto un robusto pilastro di pietra (con l'areoplanino meteorologico in Fig. 7).

150 ANNI DALLA MORTE DI P. EUGENIO BARSANTI: L'ULTIMO MOTORE ALLA VIGILIA DI FIRENZE CAPITALE

EMILIO BORCHI (*)

(*) *Direttore della Fondazione Osservatorio Ximeniano, Firenze.*

Sebbene sia opinione diffusa che i primi ideatori del motore a scoppio sono stati Etienne Lenoir e Beau de Rochas, mentre Otto e Langen sono coloro che lo hanno definitivamente affermato all'Esposizione Universale di Parigi del 1867, è ormai storicamente accertato che i *veri padri* cui spetta il primato e la gloria di questa invenzione sono due italiani, P. Eugenio Barsanti di Pietrasanta e Felice Matteucci di Lucca, che tra il 1853 ed il 1864 documentarono la loro scoperta con una serie inoppugnabile di brevetti teorici e di pratiche realizzazione di prototipi.

I due inventori vissero e lavorarono a Firenze, dove ancora resta il ricordo e la documentazione del loro laboratorio e della *Società del Nuovo Motore* che essi fondarono per dare uno sbocco industriale alla costruzione del motore. Nel 1862, mentre Matteucci, in piena crisi di nervi si ritirava dalla *Società*, P. Barsanti fece costruire un ultimo motore (Fig. 1) a Milano dall'Officina Bauer e lo fece esaminare da una commissione dell'Istituto Lombardo di Scienze, Lettere ed Arti, ottenendo la medaglia d'argento. Forte di questo risultato e a seguito delle analisi di rendimento energetico eseguite a Parigi proprio sul motore Lenoir, P. Barsanti si recò nel marzo 1864 in Belgio presso la ditta Cockerill di Seraing per seguire direttamente l'avventura industriale del motore a scoppio. Dopo l'entusiastica accoglienza delle maestranze della ditta durante le prove del piccolo prototipo, P. Barsanti, già sofferente, ebbe una nuova improvvisa e inspiegabile crisi e morì pochissimi giorni dopo, il 19 di aprile, all'età di 43 anni. Con la morte di colui che a ragione è

considerato il più grande scienziato dell'Osservatorio Ximeniano finì l'avventura del motore fiorentino.

Firenze, alla vigilia di diventare per un quinquennio (1865-1870) la nuova capitale d'Italia, non seppe rendersi conto del valore di un'invenzione che di lì a pochi anni avrebbe cambiato il volto della società civile. Solo i confratelli di padre P. Barsanti, P. Giovanni Antonelli, direttore dell'Osservatorio Ximeniano, e P. Filippo Cecchi, meteorologo e sismografo insigne della stessa Istituzione, tentarono, senza successo e tra l'indifferenza generale, di applicare il motore Barsanti e Matteucci alle motrici ferroviarie. Nel 1867, l'Esposizione Universale di Parigi premiò il motore di Otto e Langen che riprendeva con pochi accorgimenti tutti i principi del vecchio motore Barsanti e Matteucci. Il motore di Otto e Langen venne premiato perché rappresentava (contro la verità storica accertata solo in seguito) la realizzazione pratica di un'idea che gli inventori italiani avevano proposto soltanto (secondo i giurati) teoricamente.

Gli avvenimenti di quel periodo, in cui Firenze diventò per un quinquennio, capitale provvisoria dell'Italia unita, assumono un significato singolare di *prima, durante e dopo* sia per la città di Firenze, sia per la piccola e gloriosa istituzione scientifica che codesti *prima, durante e dopo* ha prodotto, l'Osservatorio Ximeniano dei Padri Scolopi.

Nel 1864 P. Barsanti consegna all'Italia la gloria dell'invenzione del motore a scoppio che egli aveva progettato con Felice Matteucci; nel 1865 P. Antonelli ripristina in cima alla cupola

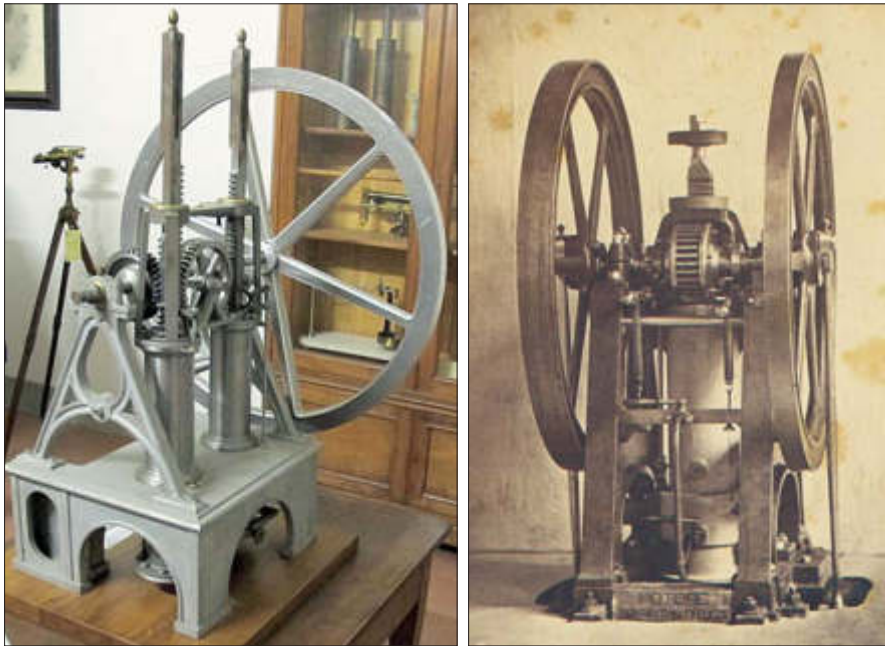


Fig 1 – A sinistra: modello del primo motore a combustione interna (motore detto M. Antonia), progettato dal P. Eugenio Barsanti e dall'ing. Felice Matteucci, nel 1856). A destra immagine dell'epoca del motore "Bauer", ultimo motore progettato e fatto costruire dal P. Barsanti.

del Brunelleschi in Santa Maria dei Fiore l'antico gnomone di Paolo Toscanelli, operazione semplice ma ricca di significati scientifici legati al progetto astronomico di P. Leonardo Ximenes, il Gesuita fondatore dell'Osservatorio Ximeniano.

Negli anni immediatamente seguenti i progetti governativi e le iniziative dell'Osservatorio Ximeniano si fondono insieme: tra il 1865 ed il 1873 nasce la meteorologia dello Stato Unitario e contemporaneamente la *Rete Meteorica della Toscana*, guidata dall'Osservatorio.

Tra il 1870 ed il 1880 nasce inoltre la sismologia moderna e, ancora una volta, il merito è ugualmente distribuito tra l'Ufficio Centrale di Meteorologia e l'Osservatorio Ximeniano. Il P. Cecchi, l'ispiratore di alcuni motori a scoppio del Barsanti, il costruttore della *Rete Meteorica della Toscana*, conclude il suo percorso scientifico progettando nel 1875 il *sismografo a carte affumicate scorrevoli* e nel 1886 il *sismografo analizzatore a doppio pendolo*.

L'onda lunga della spinta ideale di *Firenze Capitale* si spinge fino a P. Giovanni Giovannozzi e a P. Alfani per gli studi di sismologia, per il ricevitore di segnali elettromagnetici di P.

Alfani e per la lunga serie di misure, proposte anche da Marconi, nella cattedrale fiorentina.

Nascono negli anni, forse per un inconscio ritorno al grande passato, la *Rivendicazione del motore a scoppio* di P. Alfani nel 1931, la traslazione della salma di Barsanti tra le *tombe dei grandi* nella basilica di Santa Croce nel 1954, e finalmente, nel 2004, la collocazione della copia del primo motore di Barsanti e Matteucci, cioè del *Motore della Maria Antonia*, all'ingresso della Sala dei Motori del Deutsches Museum di Monaco, prima del motore di Otto e Langen. Sono, a ben rifletterci, le giuste ma necessarie conclusioni di un ciclo irripetibile di eventi cominciato il 19 aprile 1864 a Seraing alla vigilia di *Firenze Capitale*.

Forse questi avvenimenti sono la migliore cornice per inquadrare il periodo di *Firenze Capitale* come quello in cui, dopo il periodo di Galileo e dell'Accademia del Cimento, si realizza il miglior contributo di Firenze al progresso della scienza durante il quale, tra tutte le istituzioni fiorentine l'Osservatorio Ximeniano si configura come l'autentico incubatore scientifico dell'Italia unita.

Publicazioni e Notiziario





EMILIO BORCHI - RENZO MACIÌ

Dieci anni di osservazioni meteorologiche a Firenze, 2003-2013

Nardini Editore, Firenze, 2015

Dalla "Presentazione" al volume

"... Le prime osservazioni meteorologiche all'Osservatorio Ximeniano risalgono al 1812 in quanto la prima pagina dei *Registri delle osservazioni* recano questa data.

L'Osservatorio rileva da ormai 200 anni i valori degli elementi meteorologici su Firenze, la serie meteorologica tra le più complete al mondo, eseguita con strumenti posti sempre nel medesimo luogo. Nel corso di questo lungo periodo di tempo si sono succeduti tanti personaggi illustri e scienziati Scolopi, ciascuno dei quali ha dato un contributo notevole alla meteorologia non solo strumentale.

Dal 1 aprile 2004 gli Scolopi di Firenze hanno affidato la direzione dell'Osservatorio, divenuto Fondazione Osservatorio Ximeniano-Onlus, al prof. Emilio Borchì dell'Università di Firenze. La responsabilità della sezione di meteorologia è stata affidata al prof. Renzo Maciì.

A partire da questa data il rilievo dei dati meteorologici non è stato fatto manualmente, ma per via informatica; vengono effettuate letture dei parametri meteorologici ogni 30 minuti. I dati sono successivamente elaborati e poi pubblicati periodicamente..."



EMILIO BORCHI - RENZO MACIÌ - CAROLINA VAGNOLI

La rete Meteorica della Toscana

Nardini Editore, Firenze, 2015

Presentazione

L'osservazione sistematica del tempo e la registrazione dei dati meteorologici per la sua previsione divennero una pratica scientifica usuale solo a partire dal XVII secolo.

In questo settore la Toscana vanta una lunga e gloriosa tradizione: infatti la prima rete meteorologica mondiale, che comprendeva le stazioni di Firenze, Vallombrosa, Cutigliano, Bologna, Parma, Milano, Parigi, Londra, Innsbruck, Osnabrück e Varsavia, fu istituita nella seconda metà del XVII secolo dal Granduca di Toscana Ferdinando II de' Medici.

La scuola di Galileo fu la vera ispiratrice del progetto: allo scienziato pisano ed ai suoi discepoli si fanno risalire i primi strumenti di misura delle grandezze meteorologiche.

La *Rete Medicea* trovò subito negli stati europei i suoi più entusiastici ammiratori. Le grandi

istituzioni scientifiche d'Europa presero subito a modello il progetto del piccolo Granducato di Toscana.

La chiusura dell'Accademia del Cimento ebbe come conseguenza anche la fine della *Rete Medicea* e i dati meteorologici delle lontane stazioni della rete cessarono di arrivare a P. Luigi Antinori, Rettore del Collegio dei Gesuiti di San Giovannino di Firenze.

Il primato degli studi di Meteorologia passò ad altre reti, a quella dell'Accademia Palatina di Mannheim, alla Royal Society di Londra, all'Académie Royale des Sciences e alla Société Royale de Médecine di Parigi, all'Accademia delle Scienze di Berlino e a quella di San Pietroburgo.

Alla metà dell'Ottocento sia l'Inghilterra, che la Francia e l'Austria avevano un loro regolare servizio meteorologico centrale ed erano nate le prime collaborazioni internazionali.

In Italia, per le note vicende politiche l'ordinamento strutturale delle osservazioni meteorologiche subì notevoli ritardi ed è ben conosciuto che le prime risposte vennero dalle istituzioni private, prevalentemente ecclesiastiche.

Nel 1855 P. Angelo Secchi (1818 - 1874), direttore dell'Osservatorio del Collegio Romano, organizzò su scala ridotta una rete meteorologica ben strutturata all'interno dello Stato della Chiesa. Le osservazioni giornaliere, prese a Roma, Ancona, Bologna, Pesaro, Perugia, Urbino e in molti altri centri minori dello Stato, venivano trasmesse e scambiate anche per via telegrafica dalle stazioni di Roma, Bologna ed Ancona. La corrispondenza telegrafica dello Stato della Chiesa entrò nel 1857 a far parte del Servizio Meteorologico Internazionale creato a Parigi dall'astronomo Urbain Le Verrier (1811-1877).

L'esempio del Secchi fu subito seguito dal padre barnabita Francesco Denza (1834-1894). Egli, grande organizzatore oltre che insigne cultore della scienza meteorologica, dopo aver impiantato nel 1859 un osservatorio meteorologico nel Collegio Carlo Alberto di Moncalieri, creò una fitta rete di stazioni nella regione alpina, allungandola poi su tutto il territorio nazionale.

Nella prima fase fu aiutato dalla collaborazione con il Club Alpino Italiano. Dal 1873, con l'ingresso nella Corrispondenza Meteorologica Alpina del Denza dell'Osservatorio Ximeniano di Firenze e a seguire negli anni delle stazioni della Rete Meteorica Toscana promossa dal P. Filippo Cecchi (1822-1887), si costituì la Corrispondenza Meteorologica Italiana delle Alpi e degli Appennini che alcuni anni dopo (1882) diventò la Società Meteorologica Italiana. Questo libro tratta in dettaglio la nascita delle Reti Meteorologiche in Toscana nel difficile periodo storico di 30 anni che va dal 1870 alla fine del secolo XIX.

Molti furono i protagonisti: tra gli altri i padri Scolopi dell'Osservatorio, gli Scolopi galileiani, come vennero chiamati per la loro difesa di Galileo e per la loro attività scientifica nell'Osservatorio Ximeniano dopo la morte del fondatore P. Leonardo Ximenes. Essi fin dal 1812, coltivarono le misure di meteorologia sui tetti e sulla terrazza del palazzo dell'Ammannati, di fronte alla basilica di San Lorenzo, assicurando alla città di Firenze la più affidabile serie storica di dati meteorologici esistente.

Altri protagonisti furono i membri delle sezioni toscane del Club Alpino Italiano che finanziarono con entusiasmo le sedi della Rete Meteorica Toscana e le tante persone che le diressero e vi lavorarono senza profitto.

Ma il vero protagonista fu il P. Filippo Cecchi, lo Scolopio del quale il periodo della direzione dell'Osservatorio rappresenta la parte centrale, più operosa e fertile di invenzioni, della vita scientifica. Attraverso le sue lettere a P. Denza si ha il resoconto del suo lavoro e delle sue difficoltà quotidiane, della costruzioni dei suoi strumenti e della crescita della sua Rete, del suo concreto ottimismo e della sua fiducia in un mondo migliore in cui finalmente si poteva aiutare l'individuo a controllare in parte le forze della natura.

Il libro si sviluppa in quattro capitoli: nel primo viene presentata una breve storia della meteorologia del Regno d'Italia tra il 1860 ed il 1890, della rete meteorologica delle Alpi

costruita dal P. Denza e del successivo ampliamento nella rete delle Alpi e degli Appennini con l'ingresso della Rete Toscana di P. Cecchi costruita con l'aiuto del Club Alpino Italiano; il secondo capitolo passa in rassegna i singoli osservatori e le stazioni termo-udometriche della Toscana ed esamina gli osservatori governativi; il terzo capitolo inoltre contiene una breve descrizione degli strumenti di misura della rete meteorica dell'Osservatorio Ximeniano, molti dei quali inventati da P. Cecchi.

Osserviamo infine che questo libro costituisce un significativo risultato della collaborazione tra la Fondazione Osservatorio Ximeniano ed Ibimet CNR.



E. BORCHI - R. MACII - G.C. ROCCHICCIOLI

P. Dino Bravieri l'uomo dello spirito e l'uomo della scienza

Publicazioni della Provincia toscana dei Padri Scolopi, contributo dell'Osservatorio Ximeniano, Firenze 2015.

Prefazione

Nell'ambiente dell'Osservatorio Ximeniano, nello sforzo di recupero del passato, in vista dello sviluppo futuro, è riemerso il trentennio della direzione del P. Dino Bravieri.

Direzione che si è qualificata per la preparazione culturale del P. Bravieri, ma anche per un suo stile tutto particolare, di ritorno alla tradizione galileiana, propiziando lo studio storico dei diversi Scolopi che hanno operato, negli ultimi due secoli dell'Osservatorio.

Ripercorrendo le ultime vicende dell'Osservatorio Ximeniano è emersa la figura eccezionale del P. Bravieri che ha operato per oltre trent'anni. Dal 1973 al 2004. Ha fatto parte del suo stile, in questo trentennio la continuazione della tradizione galileiana messa in evidenza dalle pubblicazioni della ricerca universitaria, da lui promossa. Ma ha anche fatto parte del suo stile il contatto con le Istituzioni scientifiche nazionali, il contatto con le ricerche del Prof. Antonino Zichichi a Erice e con l'Istituto Nazionale di Geofisica.

Ha assecondato i contatti con le Istituzioni scientifiche operanti sul territorio, anche fuori della regione Toscana, a Napoli, a Pesaro, a Roma, a Milano e altre località.

Ha favorito i contatti con la città di Firenze sia accogliendo visite di scolaresche, di insegnanti e di gruppi di interessati alle conoscenze scientifiche, aiutato anche dai suoi collaboratori.

Sono rimaste memorabili soprattutto le visite degli insegnanti di scienze, sempre da lui guidate.

Il contatto con la città è stato incrementato dalle note giornalistiche pubblicate, inizialmente su *Toscana qui*, su *I fochi di San Giovanni* e sul giornale cittadino *La Nazione*.

Dal 1984 ha tenuto una rubrica fissa *L'Osservatorio Ximeniano*, di *Toscana oggi*, divenuto un periodico esplicitamente a carattere regionale, per impulso della *Conferenza Episcopale Toscana*.

Sia nelle note giovanili, che nelle sue lezioni e visite, ha sempre mostrato amabilità cortese, disponibilità e un linguaggio semplice e chiaro.

Lui stesso dichiara di aver voluto mantenere "l'impegno di farsi capire sempre da tutti, pur nella fedeltà al linguaggio scientifico e di non aver mancato di rispetto alla Lingua Italiana".

Va ricordato che, appena ordinato sacerdote, iscritto alla facoltà di biologia, ha esordito come insegnante di italiano agli Speranzini. Qualcuno ricorda che in prima media ha fatto imparare a memoria il testo manzoniano "Addio monti...". Avendo portato nel suo insegnamento entusiasmo, che si sa, è contagioso. Chi ricorda l'episodio non lo ricorda come solo nozionismo.

E la comunicazione del Direttore dell'Osservatorio non è mai stata nozionismo.

L'attività scientifica, di ricerca e divulgativa è sempre stata accompagnata da una profonda vita pastorale e spirituale.

I Canonici del Duomo lo ricordano la domenica sera al Vespro con loro.

Nella sua comunità è stato sempre visto come l'uomo dello Spirito, ma nei tre anni in cui è stato a Empoli, dal 1970 al 1973, ha seguito pastoralmente un gruppo di giovani; negli anni della direzione dell'Osservatorio, ha seguito sistematicamente le *Équipes Notre Dame* di Badia a Ripoli. Anche in questa direzione ha dimostrato la sua costante amabilità, pacatezza e rispetto.

Tutti hanno sottolineato il rispetto.

I giovani di Empoli e le famiglie di Badia a Ripoli lo ricordano in modo molto vivo.

Quando l'archivista degli Scolopi, ha dovuto procedere all'acquisizione degli scritti che dovevano essere numerosi nella sua camera o nel suo ufficio, si è trovato davanti ad una estrema mancanza di fogli, appunti e quant'altro, mentre tutte le volte che ha parlato in pubblico ha fatto sempre uso di appunti scritti



Dal Cielo alla Terra: meteorologia e sismologia in Italia dall'ottocento a oggi

a cura di GRAZIANO FERRARI

(INGV), Bononia University Press, Bologna, 2015.

La mostra di Firenze ha rappresentato un evento unico anche nel panorama internazionale tanto da suggerire di “fissare” l'esperienza divulgativa in un volume illustrato di oltre 380 pagine. L'opera, curata da Graziano Ferrari e a cui hanno contribuito numerosi specialisti, presenta strumenti, studiosi e sedi prestigiose che hanno costituito la base dell'osservazione, dello studio e delle rilevazioni della meteorologia dalla metà del Seicento e della sismologia dalla metà del Settecento.

Un'affascinante viaggio quindi nella storia dell'evoluzione di queste due discipline che affondano le loro radici proprio nel nostro Paese.

Il volume si apre con una presentazione di Stefano Gresta (Presidente dell'INGV), la prefazione di Mara Miniati (MG) e un'introduzione di Graziano Ferrari (INGV). La parte meteorologica è introdotta da un contributo di Stefano Casati (MG) sulla meteorologia dei secoli XVII e XVIII, uno di Emilio Borchì e Renzo Maciì (FOX) sulla meteorologia dei secoli XIX e XX e uno di Paolo Brenni (CNR e FST, Firenze) sui costruttori di strumenti. Seguono 73 schede sugli strumenti meteorologici redatte da Maria Carmen Beltrano (CRA-CMA), Emilio Borchì e Renzo Maciì (FOX).

La sezione sismologica è introdotta da un contributo di G. Ferrari sulla sismologia strumentale dal XVIII al XX secolo, seguita da 54 schede sui relativi strumenti redatte da G. Ferrari, Donatella Famà, Silvia Filosa, Anna Nardi (tutti di INGV) e Rodolfo Console (ex-INGV). Completano il volume una bibliografia, e una ricca appendice di biografie dei personaggi citati nel volume, queste ultime redatte da Francesca Quareni, G. Ferrari e Monia Maresci, tutti di INGV.

CNR = Consiglio Nazionale delle Ricerche
CRA-CMA = Consiglio per la ricerca e la sperimentazione in agricoltura – Unità di ricerca per la climatologia e la meteorologia applicate all'agricoltura, Roma.

FOX = Fondazione Osservatorio Ximeniano, Firenze.
FST = Fondazione Scienza e Tecnica, Firenze
INGV = Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
MG = Museo Galileo, Firenze



AUTORI VARI

Ximeniano, storie di idee e di progetti

Tipografia Coppini, Firenze dicembre 2015

Sulla scena scientifica da DuecentoCinquanta anni.

Per più di due secoli, l'Osservatorio Ximeniano di Firenze è stato un punto di riferimento scientifico di grande rilevanza nei settori dell'astronomia, cartografia, meteorologia e sismologia.

Si è ritenuto utile ricordare questi eventi attraverso le figure dei protagonisti e la ricca strumentazione scientifica raccolta ed esposta nelle sue sale.

Altra strumentazione, recentemente restaurata, riguarda il Laboratorio di radiotecnica, testimonianza di grande valore storico e scientifico.

Sul piano organizzativo, da "Osservatorio Ximeniano" si è passati a "Fondazione Osservatorio Ximeniano *onlus*" (FOX) con una struttura

interna adeguata ai tempi nuovi.

Questo libro ha lo scopo di presentare la nuova organizzazione con una precisazione: la FOX ha importanti raccolte di strumenti scientifici, due ricche biblioteche e un archivio di testimonianze storiche, ma non è solo un Museo; è una struttura viva, collegata a importanti Istituti di ricerca, capace di proiettare il suo importante passato nel presente per fornire un servizio alla comunità scientifica e non solo.

In particolare, per tutti gli Studenti delle nostre Scuole, la FOX propone un magnifico percorso didattico nella cultura e nella storia della scienza.

Di tale libro è anche disponibile la versione in lingua inglese.

Il mio ringraziamento va a Padre Dante SARTI, Padre Giancarlo ROCCHICCIOLI, Emilio BORCHI, Andrea CANTILE, Renzo MACII, Graziano FERRARI, Angelo FRENI, Elisabetta CIOPPI, Aubrey WESTINGHOUSE, Mara MINIATI, Susi ROSSI e Lawrence WESTINGHOUSE.

Il loro impegno ha reso possibile presentare queste "*storie di idee e di progetti*".

Mario Calamia

NOTIZIARIO

- Mostra **LA GRANDE GUERRA Contributi della Toscana**
Maggio 2015
- Giornata di studio: "**18 maggio 1895 terremoto a Firenze: 120 anni dopo...**"
18 maggio 2015, ore 16,30
Sala Luca Giordano, Palazzo Medici-Riccardi - Firenze, via Cavour, 1
- **Un percorso tra fede e scienza a Firenze - l'Osservatorio Ximeniano ed il contesto storico**
Intervento del Professor Mario Calamia, Presidente della Fondazione Osservatorio Ximeniano onlus, in occasione del convegno organizzato nell'ambito della Quinta Conferenza Episcopale Nazionale Firenze 2015, e della visita di Papa Francesco.
Firenze, Museo Galileo, 12 novembre 2015

Per maggiori dettagli, si prega di visitare il sito www.ximeniano-firenze.org

L'Osservatorio Ximeniano è attivo da ben 260 anni.

La sua peculiarità è nella continuità con cui ha da sempre funzionato.

Questo volume rende testimonianza dell'opera dell'Osservatorio, luogo di scienza con una grande tradizione, quotidianamente coinvolto nella realtà tecnico-scientifica e civile dove da sempre ha messo a disposizione conoscenza e competenza.

