

## **CLIMA URBANO ÁRIDO**

### **Base de datos para estudios del Área Metropolitana de San Juan**

**Andrés N. Ortega<sup>1</sup>, Eduardo Montilla<sup>1</sup>, Mario E. Cúnsulo<sup>2</sup>**

INEAA (Instituto de Estudios en Arquitectura Ambiental)

Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño (FAUD) – Universidad Nacional de San Juan (UNSJ)

Santa Fé 198 Oeste 1° Piso, J5400ZAA San Juan – e-mail: [argamb@unsj.edu.ar](mailto:argamb@unsj.edu.ar). Tel (0264) 4202664

*Recibido 15/08/13, aceptado 25/09/13*

**RESUMEN:** Se presenta una estadística confiable de 16 años de datos meteorológicos de temperatura de bulbo seco, humedad relativa y radiación solar global, correspondientes a registros urbanos del Área Metropolitana de San Juan, relevantes para su uso como base de datos en el diseño bioclimático urbano-arquitectónico. Se calculan promedios mensuales, estacionales, anuales y del período, junto a un análisis histórico de las variables climáticas registradas. En el análisis histórico se concluye que la temperatura muestra un aumento continuado en el período (2,8 °C más en 2010 que en 1995); la humedad relativa presenta una leve disminución (1% menos que en 1995), y la radiación solar, muestra un aumento (año 2010, 100W/m<sup>2</sup> más que en 1995). Se manifiesta una clara tendencia a la disminución de la nubosidad desde el comienzo hasta el final del período estudiado.

**Palabras clave:** diseño bioclimático, clima urbano, estadística meteorológica urbana

## **INTRODUCCIÓN**

Las condiciones del soporte físico natural se ven modificadas por la actividad del hombre, modificaciones que conllevan, entre otras cosas, una alteración del clima natural producida por el reemplazo de las condiciones físicas del suelo, por superficies pavimentadas de la infraestructura vial, por volúmenes edilicios, a lo que se suma las modificaciones en el balance térmico generadas por el calor antropogénico. Dichos cambios son más marcados en condiciones de aridez e influyen en las características higrotérmicas, tanto en los espacios abiertos como en los interiores edilicios.

Estos efectos de la modificación del clima macroescalar tienen incidencia directa tanto en el discomfort higrotérmico, como en el aumento de la contaminación ambiental y con ello en el deterioro de las condiciones sanitarias de la población. Estas modificaciones climáticas serán mayores cuanto más riguroso sea dicho clima y más alta sea la densidad volumétrica de la trama urbana y sus formas de ocupación.

En consecuencia las características climáticas de una ciudad dependen de la modalidad del clima natural regional y de su estructura y morfología, existiendo en función de esa configuración urbana, una modificación climática continua que difiere a lo largo del espacio en grados de escala:

- a. Macroescala (regional) : clima natural
- b. Mesoescala (ciudad) : clima urbano
- c. Microescala (edificio) : clima interior edilicio

Por lo antedicho, las condiciones climáticas de un ambiente urbano pueden diferir ampliamente de las existentes en su entorno circundante. Estas diferencias se registran en las variables de temperatura (Papparelli, Cúnsulo, Kurbán, 2011), humedad, viento, radiación solar, precipitación, así como en la turbidez y la calidad química del aire.

Estas modificaciones del clima macroescalar producidas por la construcción de las ciudades influyen en gran medida en el discomfort higrotérmico, como en el aumento de la contaminación ambiental y con ello en el deterioro de las condiciones de salud de la población. El estado final de ese clima macroescalar modificado, es denominado *clima urbano* y su conocimiento científico constituye el punto de partida para ser incorporado como dato real al diseño bioclimático, para obtener condiciones de confort higrotérmico para la población. De esta manera, el clima urbano se constituye en una herramienta esencial para la planificación y diseño urbano-arquitectónico

El poseer valores certeros y confiables respecto al clima exterior (clima urbano en las ciudades o natural en la periferia no urbana), permite al diseñador concebir una envolvente que a partir de condiciones exteriores controle mediante el diseño estos intercambios de calor, permitiendo obtener condiciones de clima interior deseadas, dentro de rangos predeterminados de confort higrotérmico.

<sup>1</sup> Jefe Trabajos Prácticos FAUD – UNSJ

<sup>2</sup> Profesional Principal CONICET; Prof. EM UNSJ

No obstante lo anterior, en general estos datos no están disponibles ya que en la mayoría de los casos no se cuenta con estaciones meteorológicas instaladas en los centros urbanos, sino en zonas rurales como apoyatura a los aeropuertos y a la actividad agrícola-ganadera, y por tanto ubicadas en áreas de cultivo alejadas de los centros urbanos, que registran valores sustancialmente distintos a los de las áreas de recolección de datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

Desde el año 1987 la Unidad Ejecutora estudia el clima urbano de zonas áridas, tomando como zona de referencia la ciudad de San Juan. Dichos estudios, relacionados con las características de la estructura de la ciudad, se realizan procesando, entre otras, información propia de mediciones climáticas urbanas obtenidas con Estaciones Meteorológicas Digitales (registros fijos), Termohigrómetros Digitales Portátiles (registros itinerantes), todos calibrados y controlados periódicamente, cada tres meses con Psicrómetros de mercurio en Abrigos Meteorológicos tipo SMN.

## ESTADÍSTICA CLIMÁTICA UTILIZADA

Para la elaboración de la Estadística Climática del periodo 1995-2010, se trabajó con la base de datos utilizada en un proyecto de investigación previo (Ortega, *et al*, 2010) (Papparelli, *et al*, 2011). Contando ya con esta información de 16 años a partir del año 1995, confiable desde el punto de vista estadístico, se elaboró el presente trabajo, el que analiza tres de los parámetros más utilizados en los cálculos de diseño para arquitectura bioclimática, identificando las tendencias del período.

En la Unidad Ejecutora se encuentran archivados los registros del clima urbano del área Eminentemente Urbana del Gran San Juan hora a hora desde agosto de 1994 a la fecha. Sin embargo, en este proyecto se utilizaron los datos a partir de 1995, considerando que ya se pueden considerar confiables superado un período inicial de ajuste y calibración de la estación meteorológica.

En el citado Proyecto se elaboran y presentan estadísticas de:

- Temperatura de Bulbo seco (T) (°C)
- Humedad Relativa del aire (HR) (%)
- Radiación solar global (RG) y difusa (RD) (W/m<sup>2</sup>)

## ARCHIVO DE DATOS CLIMÁTICOS CIUDAD DE SAN JUAN. Período 1995-2010

Los registros fueron obtenidos en dos Estaciones Meteorológicas, EM-I y EM-II, ubicadas en la Banda Eminentemente Urbana de la ciudad, en la esquina de las calles Santa Fe y Sarmiento a una distancia de aproximadamente 300m del centro urbano principal, Plaza 25 de Mayo. Ambas Estaciones se encuentran localizadas a una altura de 12,00m sobre el nivel del terreno natural, sin obstrucción edilicia, lo cual garantiza una buena exposición y captación de las condiciones atmosféricas del área urbana.

- La EM-I es un sistema de adquisición de datos y registro histórico digital, con interface de comunicación RS 232c, que permite el acceso de los datos almacenados en el sistema desde una PC, mediante el software Crosstalk. Está equipada con sensores de radiación solar global y difusa con bloqueador solar (Papparelli, *et al*, 2005).
- La EM-II es una estación marca Davis, que se encuentra instalada en forma paralela a la EM-I. Está conectada a una PC mediante el software Weatherlink con interface Weather Monitor II y posee sensores de temperatura de bulbo seco, humedad relativa, vientos, (dirección y velocidad), presión atmosférica y precipitación.

Se efectuó un archivo de datos climáticos horarios en los que consta:

- Identificación de Estación Meteorológica
- Año – Mes – Día – Hora, de medición
- Registros Horarios de:
  - Temperatura
  - Humedad relativa
  - Radiación Solar global y difusa

Debido a lo voluminoso de la documentación, a modo de ejemplo se presenta en la Tabla 1 (a y b), la información correspondiente a los días 21 de junio y 21 de diciembre de 2009, por ser los solsticios de invierno y verano del último año del período estudiado.

Considerando que los registros presentan valores que no son estadísticamente válidos, ya sea por problemas inherentes a la estación meteorológica o debido a deficiencias en el suministro de energía eléctrica, se depuró la base de datos descartando aquellos valores atípicos, utilizando software de análisis estadístico para detectar esos valores. Asimismo se descartan los valores de radiación inferior a 10 W/m<sup>2</sup> correspondientes a la salida y puesta del sol influenciados por la edificación circundante.

A los efectos de los estudios estacionales se incorporan los datos del mes de diciembre del año 2009 que junto a enero y febrero del año 2010 constituyen la estación de verano de 2010 en razón de las características climáticas del área de estudio.

FECHA	HORA	TEMP.	HUM.	RADIACION SOLAR	
		B.SECO	REL.	GLOBAL	DIFUSA
DD/MM/AA		(°C)	(%)	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )
21/06/2009	0:00	9,4	40		
21/06/2009	1:00	9,2	38		
21/06/2009	2:00	9	38		
21/06/2009	3:00	8,9	39		
21/06/2009	4:00	8,8	43		
21/06/2009	5:00	8,9	47		
21/06/2009	6:00	9,2	51		
21/06/2009	7:00	9,1	55		
21/06/2009	8:00	8,9	56		
21/06/2009	9:00	8,3	57		
21/06/2009	10:00	8,9	55	126,27	39,61
21/06/2009	11:00	10,6	43	330,48	40,92
21/06/2009	12:00	11,7	36	451,44	41,51
21/06/2009	13:00	12,7	33	513,95	34,37
21/06/2009	14:00	13,7	32	562,14	98,31
21/06/2009	15:00	14,6	32	386,65	150,22
21/06/2009	16:00	14,9	32	299,36	135,27
21/06/2009	17:00	14,6	33	99,97	78,53
21/06/2009	18:00	14,3	35	17,83	13,20
21/06/2009	19:00	13,7	38		
21/06/2009	20:00	12,8	41		
21/06/2009	21:00	12,1	44		
21/06/2009	22:00	11,1	47		
21/06/2009	23:00	10,3	48		

FECHA	HORA	TEMP.	HUM.	RADIACION SOLAR	
		B.SECO	REL.	GLOBAL	DIFUSA
DD/MM/AA		(°C)	(%)	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )
21/12/2009	0:00	28,6	28		
21/12/2009	1:00	27,8	31		
21/12/2009	2:00	26,7	32		
21/12/2009	3:00	25,8	32		
21/12/2009	4:00	25,1	30		
21/12/2009	5:00	24,7	30		
21/12/2009	6:00	23,4	37		
21/12/2009	7:00	21,5	42		
21/12/2009	8:00	22,7	41	415,49	14,17
21/12/2009	9:00	24,7	41	651,54	18,83
21/12/2009	10:00	26,9	42	871,44	21,25
21/12/2009	11:00	29,3	34	1053,90	23,53
21/12/2009	12:00	30,7	29	1147,25	24,00
21/12/2009	13:00	32,4	30	1161,35	25,04
21/12/2009	14:00	33,3	29	1140,11	25,10
21/12/2009	15:00	34,6	25	1029,35	26,34
21/12/2009	16:00	34,8	25	857,14	26,85
21/12/2009	17:00	35,5	22	631,21	27,25
21/12/2009	18:00	35,9	21	382,29	24,06
21/12/2009	19:00	35,9	24	150,57	16,39
21/12/2009	20:00	35,2	27		
21/12/2009	21:00	33,9	29		
21/12/2009	22:00	32,6	30		
21/12/2009	23:00	31,9	30		

Tabla 1 (a) y (b): Archivo de datos climáticos día 21 de Junio (a) y 21 de diciembre (b), año 2009

## PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO DATOS CLIMÁTICOS

Se ejecutaron estadísticas climáticas período 1995 – 2010, de los valores PROMEDIO, MÁXIMOS Y MÍNIMOS, HORA A HORA, MENSUALES, ANUALES para los parámetros climáticos en estudio.

Se realizaron los siguientes cálculos:

- CÁLCULO DE VALORES MENSUALES

- Temperatura de Bulbo Seco (T °C)
  - *Promedio*: valor promedio de los registros diarios hora a hora de cada mes
  - *Máxima*: valor promedio de los registros máximos diarios hora a hora de cada mes.
  - *Máxima Absoluta*: registro máximo de los valores diarios hora a hora de cada mes.
  - *Mínima*: valor promedio de los registros mínimos diarios hora a hora de cada mes.
  - *Mínima Absoluta*: registro mínimo de los valores diarios hora a hora de cada mes.
- Humedad Relativa (HR %)
  - *Promedio*: valor promedio de los registros diarios hora a hora de cada mes
  - *Máxima*: valor promedio de los registros máximos diarios hora a hora de cada mes.
  - *Mínima*: valor promedio de los registros mínimos diarios hora a hora de cada mes.
- Radiación Solar Global y Difusa (RG – RD W/m<sup>2</sup>)
  - *Promedio*: valor promedio de la suma de los registros diarios hora a hora de cada mes.

- CÁLCULO DE VALORES ESTACIONALES

Cada estación climática se considera comprendida entre los siguientes períodos:

- Estación VERANO: 1° de Diciembre (del año anterior) hasta 28 de Febrero.
- Estación OTOÑO: 1° de Marzo hasta 31 de Mayo.
- Estación INVIERNO: 1° de Junio hasta 31 de Agosto.
- Estación PRIMAVERA: 1° de Septiembre hasta 30 de Noviembre.
- Temperatura de Bulbo Seco (T °C)
  - *Promedio*: valor promedio de los registros del período de cada estación.
  - *Máxima*: valor promedio de los registros máximos del período de cada estación.
  - *Máxima Absoluta*: valor máximo registrado en el período de cada estación.
  - *Mínima*: valor promedio de los registros mínimos del período de cada estación.
  - *Mínima Absoluta*: valor mínimo registrado en el período de cada estación.

- Humedad Relativa (HR %)
- *Promedio*: valor promedio de los registros del período de cada estación
- *Máxima*: valor promedio de los registros máximos del período de cada estación.
- *Mínima*: valor promedio de los registros mínimos del período de cada estación.
- Radiación Solar Global y Difusa (RG – RD W/m<sup>2</sup>)
- *Promedio*: valor promedio de la suma de los registros diarios, del período de cada estación.
- CÁLCULO DE VALORES ANUALES
- Temperatura de Bulbo Seco (T °C) y Humedad Relativa (HR %)
- *Promedio*: valor promedio de los promedios mensuales.
- *Máxima*: valor promedio de las máximas mensuales.
- *Máxima Absoluta*: valor máximo registrado en el año.
- *Mínima*: valor promedio de las mínimas mensuales.
- *Mínima Absoluta*: valor mínimo registrado en el año.
- Radiación Solar Global y Difusa (RG – RD W/m<sup>2</sup>)
- *Promedio*: valor promedio de los promedios mensuales.
- CÁLCULO DE VALORES DEL PERIODO 1995 - 2010
- Temperatura de Bulbo Seco (T °C) y Humedad Relativa (HR %)
- *Promedio*: valor promedio de los promedios anuales del periodo 1995-2010.
- *Máxima*: valor promedio de las máximas anuales del periodo 1995-2010.
- *Máxima Absoluta*: valor máximo registrado en el periodo 1995-2010.
- *Mínima*: valor promedio de las mínimas anuales del periodo 1995-2010.
- *Mínima Absoluta*: valor mínimo registrado en el periodo 1995-2010.
- Radiación Solar Global y Difusa (RG – RD W/m<sup>2</sup>)
- *Promedio*: valor promedio de los promedios anuales del periodo 1995-2010.

## PLANILLAS DE ESTADISTICA CLIMATICA

Se ejecutaron 16 Planillas de Estadística Climática, con la información procesada. A modelo de ejemplo se adjunta en la Tabla 2 una de ellas en la que consta para el año 2010 la siguiente información:

- Valores Promedio mensuales: T °C – HR % – RG W/m<sup>2</sup> – RD W/m<sup>2</sup>
- Valores Promedio estacionales: T °C – HR % – RG W/m<sup>2</sup> – RD W/m<sup>2</sup>
- Valores Promedio anuales: T °C – HR % – RG W/m<sup>2</sup> – RD W/m<sup>2</sup>

**VALORES PROMEDIO MENSUALES AÑO 2010 DEL AREA METROPOLITANA DE SAN JUAN**

Mes	Temperatura Bulbo Seco (°C)			Humedad Relativa (%)			Radiación Solar (W/m <sup>2</sup> )	
	Promedio Mensual	Máx Prom Mensual	Mín Prom Mensual	Promedio Mensual	Máx Prom Mensual	Mín Prom Mensual	Global Prom. Mensual	Difusa Prom. Mensual
Diciembre 2009	26,82	31,95	21,55	43,04	60,13	29,06	686,93	92,20
Enero 2010	30,03	36,04	24,14	31,68	47,48	18,94	739,34	73,45
Febrero 2010	27,59	32,89	22,85	47,43	66,00	31,54	653,26	114,14
Marzo 2010	26,73	31,65	21,72	44,39	60,06	31,29	637,85	56,30
Abril 2010	17,92	23,18	12,78	42,18	57,72	29,00	510,46	81,27
Mayo 2010	14,69	19,60	10,19	53,99	67,70	38,80	387,23	64,37
Junio 2010	14,68	20,41	10,43	31,79	44,63	19,25	386,88	53,50
Julio 2010	S/R	S/R	S/R	S/R	S/R	S/R	397,14	40,40
Agosto 2010	15,45	10,01	4,96	34,48	22,58	11,90	427,21	62,69
Septiembre 2010	17,28	22,78	11,64	39,50	54,07	27,63	527,42	81,30
Octubre 2010	21,28	26,89	15,59	37,25	51,84	25,13	614,62	76,34
Noviembre 2010	24,48	30,23	18,67	31,27	48,70	22,90	687,78	87,02
Diciembre 2010	27,73	33,51	21,55	31,21	46,13	19,74	726,58	57,13

**VALORES PROMEDIO ESTACIONALES AÑO 2010 DEL AREA METROPOLITANA DE SAN JUAN**

Estación	Temperatura Bulbo Seco (°C)			Humedad Relativa (%)			Radiación Solar (W/m <sup>2</sup> )	
	Promedio Estacional	Máx Prom Estacional	Mín Prom Estacional	Promedio Estacional	Máx Prom Estacional	Mín Prom Estacional	Global Estacional	Difusa Estacional
Verano (Dic.09-Feb.10)	28,15	33,63	22,85	40,72	57,87	26,51	693,18	93,27
Otoño (Mar.10-May.10)	19,78	24,81	14,90	46,85	61,83	33,03	511,85	67,31
Invierno (Jun.10-Ago.10)	10,04	10,14	5,13	22,09	22,40	10,38	403,74	52,20
Primavera (Sep.10-Nov.10)	21,02	26,63	15,30	36,01	51,54	25,22	609,94	81,55

**VALORES PROMEDIO AÑO 2010 DEL AREA METROPOLITANA DE SAN JUAN**

Periodo	Temperatura Bulbo Seco (°C)			Humedad Relativa (%)			Radiación Solar (W/m <sup>2</sup> )	
	Promedio Anual	Máx Prom Anual	Mín Prom Anual	Promedio Anual	Máx Prom Anual	Mín Prom Anual	Global Anual	Difusa Anual
Enero - Diciembre 2010	19,82	23,93	14,54	35,43	47,24	23,01	557,98	70,66

Tabla 2: Planilla de Estadística Climática del AM SJ año 2010

En la Tabla 4 se muestra la planilla climática del período 1995 – 2010, en la que constan los promedios mensuales, estacionales y del periodo, de las tres variables estudiadas.

**VALORES PROMEDIO MENSUALES DEL PERIODO 1995-2010 DEL AREA METROPOLITANA DE SAN JUAN**

Mes	Temperatura Bulbo Seco (°C)			Humedad Relativa (%)			Radiación Solar (W/m <sup>2</sup> )	
	Promedio Mensual	Máx Prom Mensual	Min Prom Mensual	Promedio Mensual	Máx Prom Mensual	Min Prom Mensual	Global Prom. Mensual	Difusa Prom. Mensual
Diciembre 1995-2010	27,21	33,63	20,81	35,08	49,96	23,14	634,16	130,94
Enero 1995-2010	27,44	33,63	21,39	35,85	53,01	22,63	638,82	138,70
Febrero 1995-2010	25,69	31,69	19,99	39,13	55,58	25,63	590,37	156,90
Marzo 1995-2010	23,59	29,16	18,41	46,68	62,99	32,70	531,50	153,32
Abril 1995-2010	18,62	24,26	13,42	49,58	64,62	35,64	423,85	142,66
Mayo 1995-2010	14,09	19,41	9,41	53,35	67,13	38,30	327,25	112,30
Junio 1995-2010	10,38	16,17	5,41	50,54	64,67	35,56	299,97	96,12
Julio 1995-2010	10,10	16,43	4,74	44,76	58,85	30,58	323,09	104,30
Agosto 1995-2010	12,84	18,50	6,72	37,40	50,34	23,55	382,75	117,85
Septiembre 1995-2010	16,40	22,73	10,29	35,25	50,54	22,13	467,27	143,36
Octubre 1995-2010	20,97	27,44	14,60	34,61	50,69	22,15	551,88	174,63
Noviembre 1995-2010	24,10	31,12	17,54	33,93	49,09	21,94	626,08	149,38

**VALORES PROMEDIO ESTACIONALES DEL PERIODO 1995-2010 DEL AREA METROPOLITANA DE SAN JUAN**

Estación	Temperatura Bulbo Seco (°C)			Humedad Relativa (%)			Radiación Solar (W/m <sup>2</sup> )	
	Promedio Estacional	Máx Prom Estacional	Min Prom Estacional	Promedio Estacional	Máx Prom Estacional	Min Prom Estacional	Global Estacional	Difusa Estacional
Verano 1995-2010	26,78	32,98	20,73	36,69	52,85	23,80	621,12	142,18
Otoño 1995-2010	18,76	24,27	13,75	49,87	64,91	35,55	427,53	136,09
Invierno 1995-2010	11,11	17,03	5,62	44,23	57,95	29,90	335,27	106,09
Primavera 1995-2010	20,49	27,10	14,14	34,60	50,11	22,07	548,41	155,79

**VALORES PROMEDIO DEL PERIODO 1995-2010 DEL AREA METROPOLITANA DE SAN JUAN**

Periodo	Temperatura Bulbo Seco (°C)			Humedad Relativa (%)			Radiación Solar (W/m <sup>2</sup> )	
	Promedio Anual	Máx Prom Anual	Min Prom Anual	Promedio Anual	Máx Prom Anual	Min Prom Anual	Global Anual	Difusa Anual
Enero - Diciembre 1995-2010	19,29	25,35	13,56	41,35	56,46	27,83	483,08	135,04

*Tabla 3: Planilla de Estadística Climática del AM SJ, periodo 1995 – 2010*

**ANALISIS HISTÓRICO DE LAS VARIABLES CLIMÁTICAS**

Para analizar históricamente la información obtenida y realizar una estadística prospectiva orientadora de los parámetros estudiados, se modelizó el comportamiento del período estudiado. En la Tabla 4, constan los promedios anuales, medio, máximo y mínimo 1995-2010.

**VALORES PROMEDIO (MÁXIMO - MEDIO - MÍNIMO) PERIODO 1995 - 2010  
DEL AREA METROPOLITANA DE SAN JUAN**

Periodo	Año	Temperatura Bulbo Seco (°C)			Humedad Relativa (%)			Radiación Solar (W/m <sup>2</sup> )	
		Promedio Anual	Máx Prom Anual	Mín Prom Anual	Promedio Anual	Máx Prom Anual	Mín Prom Anual	Global Anual	Difusa Anual
Enero - Diciembre 1995	1995	<b>17,54</b>	25,19	10,82	<b>35,93</b>	49,18	25,26	<b>453,63</b>	160,02
Enero - Diciembre 1996	1996	<b>17,68</b>	25,06	11,04	<b>32,30</b>	44,79	21,85	<b>454,43</b>	140,01
Enero - Diciembre 1997	1997	<b>18,16</b>	25,53	11,56	<b>41,09</b>	55,54	28,96	<b>450,17</b>	136,72
Enero - Diciembre 1998	1998	<b>18,34</b>	27,09	11,64	<b>46,58</b>	60,88	33,91	<b>411,21</b>	138,88
Enero - Diciembre 1999	1999	<b>18,48</b>	23,93	13,28	<b>43,46</b>	60,16	28,52	<b>439,03</b>	133,05
Enero - Diciembre 2000	2000	<b>19,38</b>	25,48	14,17	<b>46,27</b>	64,03	30,41	<b>498,01</b>	270,88
Enero - Diciembre 2001	2001	<b>18,69</b>	24,00	13,73	<b>48,08</b>	64,97	32,81	<b>481,74</b>	267,89
Enero - Diciembre 2002	2002	<b>17,43</b>	23,90	11,12	<b>44,20</b>	66,07	25,21	<b>486,34</b>	119,71
Enero - Diciembre 2003	2003	<b>20,98</b>	26,42	15,66	<b>37,77</b>	53,08	24,50	<b>464,42</b>	S/R
Enero - Diciembre 2004	2004	<b>19,90</b>	24,54	14,94	<b>45,05</b>	59,71	29,81	<b>490,61</b>	S/R
Enero - Diciembre 2005	2005	<b>19,75</b>	25,13	14,57	<b>42,94</b>	58,85	28,52	<b>495,30</b>	92,92
Enero - Diciembre 2006	2006	<b>21,07</b>	26,51	15,73	<b>39,41</b>	54,45	26,51	<b>486,67</b>	77,15
Enero - Diciembre 2007	2007	<b>19,19</b>	24,58	13,21	<b>43,30</b>	53,95	33,15	<b>511,04</b>	103,04
Enero - Diciembre 2008	2008	<b>19,97</b>	25,55	14,87	<b>41,74</b>	57,34	27,81	<b>528,50</b>	97,40
Enero - Diciembre 2009	2009	<b>20,79</b>	26,45	15,41	<b>34,38</b>	49,55	22,35	<b>538,12</b>	74,55
Enero - Diciembre 2010	2010	<b>19,82</b>	23,93	14,54	<b>35,43</b>	47,24	23,01	<b>557,98</b>	70,66

Tabla 4: Promedios anuales, medio, máximo y mínimo AMSJ- Período 1995 - 2010

## RESULTADOS

Usando herramientas estadísticas de correlación de cada variable para todos los años estudiados, se obtuvieron gráficos de cada variable año a año y totales del período.

- a) Temperatura Anual Período 1995-2010, con línea de tendencia histórica (Figura 1)  
La pendiente de la curva de ajuste, muestra un aumento continuado de la Temperatura, resultando en promedio en el año 2010, 2,8 °C más que en 1995.

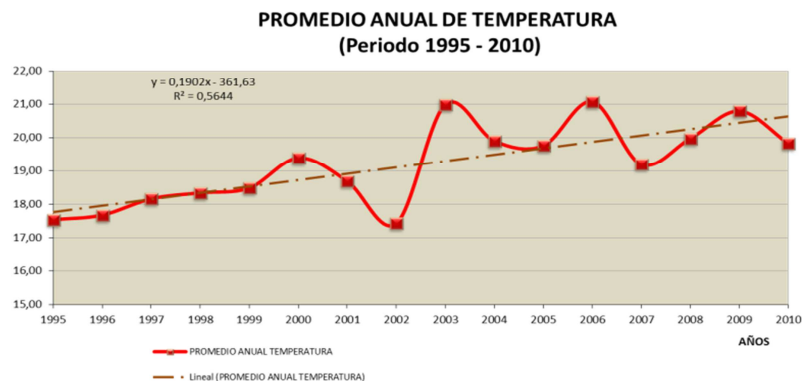


Figura 1: Comparación histórica de variables de temperatura anual, periodo 1995 – 2010.

- b) Humedad Relativa Anual Período 1995-2010 con línea de tendencia histórica (Figura 2)  
La pendiente de la curva de ajuste, muestra una leve disminución de la Humedad Relativa, resultando en promedio en el año 2010, 1% menos que en 1995. No se advierte una variación significativa entre los valores en el periodo de estudio; si bien presenta una leve reducción esto no representa una tendencia.

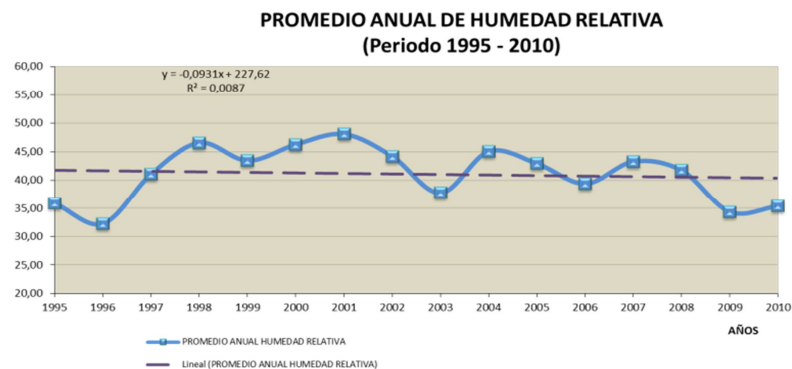


Figura 2: Comparación histórica de variables de humedad relativa anual, periodo 1995 – 2010.

c) Radiación Solar Global Anual Período 1995-2010 con línea de tendencia histórica (Figura 3)

La pendiente de la curva de ajuste, muestra un aumento de la Radiación Solar, resultando en promedio en el año 2010, 100W/m<sup>2</sup> más que en 1995. Estimamos que la contaminación atmosférica ha aumentado en función del incremento de población; estos aerosoles y partículas en suspensión reducen la radiación, hecho que confirma la reducción de la nubosidad ya que los valores de radiación registrados se han incrementado en el periodo estudiado.

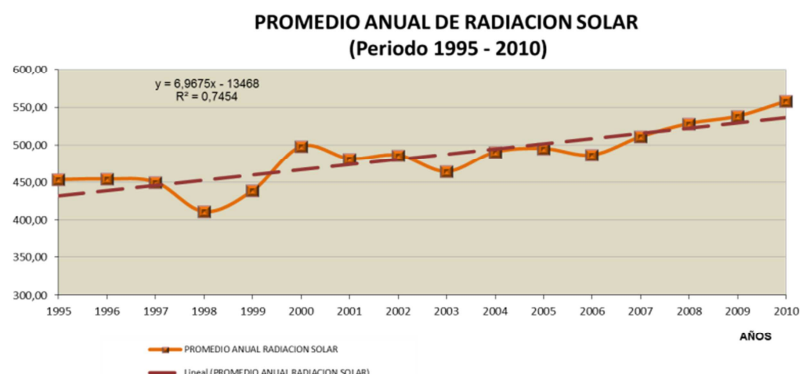


Figura 3: Comparación histórica de variables de radiación solar anual, periodo 1995 – 2010.

## CONCLUSIONES

Procesados los registros de Temperatura de Bulbo Seco, Humedad Relativa ambiente y Radiación Solar Global y Difusa, de dos estaciones meteorológicas ubicadas en la Banda Eminentemente Urbana del Área Metropolitana de San Juan, se obtuvieron valores diarios, horarios, mensuales, estacionales y anuales de 16 años comprendidos en el período 1995-2010.

Se analizó el comportamiento histórico de cada variable durante el período de toma de datos, resultando:

- Temperatura: manifiesta un aumento continuado. En promedio, en el año 2010 presenta 2,8°C más que en 1995.
- Humedad Relativa: muestra una leve disminución. En promedio, en el año 2010 presenta 1% menos que en 1995.
- Radiación Solar: manifiesta un aumento en el periodo estudiado. Esto indica una tendencia a la disminución de la nubosidad desde el comienzo hasta el fin del periodo estudiado.

La información estadística obtenida, constituye una base de datos confiable del Clima Urbano del Área Metropolitana de San Juan, cuyos parámetros pueden incorporarse como datos ciertos en las modelizaciones y cálculos requeridos por el diseño bioclimático urbano-arquitectónico.

## REFERENCIAS

- Cúnsulo M., Montilla E., Ortega A. (2010). Informe Final Proyecto de Investigación, FAUD-UNSJ. Res. N° 104/2010 - CD - FAUD - UNSJ. San Juan.
- Papparelli A., Cúnsulo M. (2005). Bloqueador de Radiación Solar. Revista AVERMA ISSN 0329-5184, Vol. 9 Págs. 09.13 a 09.18. Salta.
- Papparelli A., Kurbán A., Cúnsulo M. (2009). Planificación Sustentable del Espacio Urbano. ISBN 978-987-584-196-3. Editorial Klickzowski/NOBUKO. Bs. As.
- Papparelli A., Cúnsulo M., Kurbán A. (2011) Isla de Calor y Ocupación Espacial Urbana en San Juan - Argentina. Análisis Evolutivo. Cuaderno de Vivienda y Urbanismo - Universidad Javeriana. Volumen 4, N°7 Págs. 110 a 120. ISSN 2145-0226 Bogotá.

## ABSTRACT:

We present a reliable statistical weather data 16 years dry bulb temperature, relative humidity and global solar radiation corresponding to urban records Metropolitan Area San Juan, relevant for use as database in urban bioclimatic architectural design. Averages are calculated monthly, seasonal, annual and period, along with a historical analysis of the recorded climatic variables. In the historical analysis it is concluded that the temperature shows a steady increase over the period (2.8 ° C higher in 2010 than in 1995), the relative humidity has a slight decrease (1% less than in 1995), and solar radiation, shows an increase (2010, 100W/m<sup>2</sup> more than in 1995). It shows a clear downward trend in cloudiness from the beginning to the end of the study period.

**Keywords:** bioclimatic design, urban climate, urban meteorological statistics.