

DATOS BIOCLIMÁTICOS PARA USO NORMATIVO EN EL DISEÑO EDIFICIO EFICIENTE. REVISIÓN DE LA NORMATIVA VIGENTE Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO Y ACTUALIZACIÓN.

Jorge Daniel Czajkowski

Grupo Hábitat Sustentable, Cátedra de Instalaciones. Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

Universidad Nacional de la Plata.

Calle 47 N° 162 – 1900 – La Plata, Buenos Aires, Argentina.

Tel: 0221-4236587/90 int 255. Email: czajko@ing.unlp.edu.ar

RESUMEN: Desde su presentación como antecedente normativo hace una década y media, las tablas de datos bioclimáticos han mostrado un comportamiento adecuado en la mayoría de las localidades del país, pero en otras no fue así. Este trabajo en el marco del Proyecto PAE 22559 - BID 1718/OC-AR «Eficiencia energética en el hábitat construido», busca revisar dicho antecedente y actualizarlo. Buscando además algún procedimiento alternativo sustentado en un análisis cuantitativo para la determinación de los indicadores bioclimáticos de diseño. Se exponen los fundamentos del antecedente, se analizan los datos comparando la serie climática original con una actualizada provista por el SMN y se propone un nuevo procedimiento para la obtención de las temperaturas de diseño de invierno y verano.

Palabras clave: hábitat eficiente, ahorro energía, clima, datos bioclimáticos, normas.

INTRODUCCIÓN

Las tablas de datos bioclimáticas fueron elaboradas originalmente para un proyecto PID CONICET «Mejoramiento de las condiciones de habitabilidad higrotérmica en el hábitat bonaerense» (1989-1991) y presentadas como antecedente al IRAM (Czajkowski & Rosenfeld, 1993); (Czajkowski, 1998). Para su construcción se utilizó la serie de datos del período 1960-1980 que contemplaba 166 estaciones meteorológicas. En la actualidad solamente se dispone para uso público la serie de datos 1960-1990, aunque cabe remarcar que se perdieron o cerraron el 54 % de las estaciones bajo el control del Servicio Meteorológico Nacional. Recientemente con el pase del SMN a la órbita civil se volvieron a realizar gestiones, pudiendo obtenerse series de datos actualizadas:

- a. Período 1994-2000: Valores diarios de temperaturas, heliofanía efectiva y precipitación, correspondiente a 27 estaciones incluyendo las capitales de provincia.
- b. Período 1994-2000: Valores horarios de temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad del viento, nubosidad y presión atmosférica.
- c. Período 1991-2001: Valores promedios mensuales de las 77 estaciones en funcionamiento en el país, que incluye: temperaturas secas y húmedas, humedad relativa, presión atmosférica, dirección y velocidad del viento, heliofanía efectiva y relativa, precipitación, helada, granizo, nieve, niebla, otros. En tablas de valores medios mensuales decádicos, valores extremos y gráficos.

Valores más recientes no se encuentran procesados por el SMN por falta de personal. De cualquier manera hay que destacar la gentileza y celeridad de la actual gestión para facilitar sin cargo la información.

En los 15 años de vigencia de la IRAM 11603 han surgido antecedentes que muestran que algunos indicadores bioambientales como las temperaturas de diseño (invierno y verano) y los grados día de calefacción no representan la rigurosidad climática relativa de ciertas localidades del país. Una de estas críticas propuso, ante la falta de datos horarios en nuestro país, tomar como temperatura de diseño la semi suma entre la temperatura mínima y la mínima absoluta (Esteves & Gelardi, 2002).

Este trabajo pretende buscar una nueva manera de determinar las temperaturas de diseño a partir de un camino diferente al anterior y dar la libertad al profesional de la construcción o quien utilice la Norma, que a partir de un valor admisible propuesto, hacer más riguroso el clima de un lugar bajo su responsabilidad.

METODOLOGÍA

En una primer parte del trabajo se decidió mantener la base de datos original que posee mayor cantidad de estaciones, para luego contrastarlo con los datos recientes. Se restringió la cantidad de indicadores bioambientales, a los requeridos por la serie de normas sobre «Acondicionamiento térmico de edificios».

Para poder establecer con mayor precisión las *temperaturas de diseño* es necesario disponer una serie de datos de un lapso de 20 o 30 años con un intervalo diario. Para cada localidad se realiza un histograma de frecuencias y la temperatura de diseño resulta de una ocurrencia de 4 o 5 días. Esto quiere decir que se adoptará como temperatura de diseño a aquella que ocurra 4 o 5 días en un lapso de treinta años. En nuestro caso solamente disponemos de datos medios mensuales para un período treintañal, o datos diarios para 27 estaciones y un período decádico, o con datos horarios para mismas estaciones y período. En función de esto, no es sencillo poder aplicar los procedimientos internacionales usuales.

En la tabla de datos de la Norma IRAM 11603 vigente, se utilizó el procedimiento de un antecedente anterior que consistía en obtener la temperatura mínima de diseño a partir de restarle 4,5 °C a la temperatura mínima media mensual y la temperatura máxima de diseño de verano a partir de sumarle 3,5 °C a la temperatura máxima media mensual. Entendiendo invierno como julio y agosto y verano como enero y febrero. No se encontró el antecedente que expliquen estos valores aparentemente arbitrarios. O sea:

$$TDMN = TMIN - 4,5 \text{ °C} \quad (1)$$

$$TDMX = TMAX + 3,5 \text{ °C} \quad (2)$$

El principal problema es que en el país salvo escasas estaciones automáticas, no se cuenta con dicha información. La serie de datos que proveyó recientemente el SMN posee grandes lagunas en la toma de datos, o se encontró que en pocas estaciones hay datos las 24 hs. Es usual que los datos se tomen desde las 6 am a las 9 pm.

Las temperaturas de diseño tienen la particularidad de poseer cierta arbitrariedad ya que, sea la frecuencia de ocurrencia o una constante aplicada a las temperaturas mínimas y máximas, son decididas por consenso en la Subcomisión de Acondicionamiento Térmico de Edificios del IRAM o cualquier otro organismo similar a nivel internacional.

A fin de encontrar otros procedimientos para la determinación de las temperaturas de diseño de invierno y verano se decidió seguir dos caminos: a. mediante correlaciones y regresiones lineales conocer la distribución de los datos y a partir de una temperatura de fácil disponibilidad, afectarle un valor admisible que pueda ser aumentado o disminuido por el proyectista y b. con la serie de datos diarios decádica realizar un análisis de frecuencias y contrastar.

Para el análisis de frecuencias se cuenta con datos de 27 estaciones meteorológicas del país con frecuencia de datos diaria y horaria para el período 1994-2001. Los datos fueron provistos en formato texto delimitado por espacios en un archivo de 97 Mb. Fue imposible procesarlos en Excel en una notebook HP-Compaq nx6125 con 512 Mb y Win XP. Se decidió arrancar la PC con un LiveCD de Puppy Linux 2.15 CE Viz que en 84 Mb contiene todas las herramientas para trabajar y se carga en memoria liberando el uso de la lectora de CD. Se montó la partición ntfs, se levantó el archivo de datos y se procedió a dividirlo en archivos de aprox 4 mb cada uno para cada localidad. Se importaron los datos con Open Office Calc 2.2 y se les dio formato Excel, siempre en la partición ntfs (Win XP). Finalizado el proceso se continuó el trabajo con Excel XP en ambiente Win XP, para realizar los análisis de frecuencias.

Se proponen dos coeficientes de rigurosidad admisibles para invierno y verano de 5 y 4 respectivamente. Se considera que permiten obtener temperaturas de diseño razonables y mejoran la calidad del indicador. Pero será la Subcomisión de Acondicionamiento Térmico de Edificios del IRAM la que fijará el valor admisible definitivo.

DISCUSIÓN:

Situación invierno: En la Figura 1 se muestra la correlación que posee alguna consistencia entre la temperatura mínima media y la temperatura mínima de diseño con un $R^2 = 0,78885$. Esto implica que con un aceptable nivel de error podemos obtener una temperatura mínima absoluta a partir de la temperatura mínima media, de mayor disponibilidad, y luego acordar un valor de incremento por sobre este absoluto calculado.

Si observamos la figura podemos ver que para temperaturas medias por debajo de -2°C hay pocas localidades y la dispersión es bastante mayor. En el rango que va de -2 °C a 9 °C no solamente hay muchas estaciones meteorológicas sino que hay muy poca dispersión. Así en lo que correspondería a los climas templado frío a templado cálido se conseguiría una buena correlación y bajo error. En temperaturas superiores a 9 °C que corresponden a las zonas cálida y muy cálida vuelve a aumentar un poco la dispersión y reducirse ligeramente la disponibilidad de datos.

Tendremos que mediante la siguiente expresión podemos conocer la temperatura mínima absoluta TMNA:

$$TMNA = 0,9696 \times TMIN - 10,805 \quad (3)$$

Para la definición de los valores de diseño de invierno se propone utilizar esta expresión y al resultado sumarle un coeficiente de rigurosidad admisible. Se propone este valor admisible para invierno sea igual a 5 °C.

Con lo cual podemos determinar la temperatura de diseño de invierno *TDMN* a partir de la siguiente expresión:

$$TDMN = (0,9696 \times TMIN - 10,805) + 5 \text{ °C} \quad (4)$$

Se da así la libertad al proyectista de reducir este coeficiente admisible de invierno pero nunca por sobre los 5 °C, u otro valor admisible que logre consenso para ser homologado.

Como ejemplo, tendremos para la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, en la zona más densamente construida correspondiente a la estación meteorológica ubicada en Parque Centenario, que para una $TMIN= 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $TMNA= -2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la versión vigente de la IRAM 11603 se propone una temperatura de diseño de $3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y con este procedimiento pasaría a ser $TMND= 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

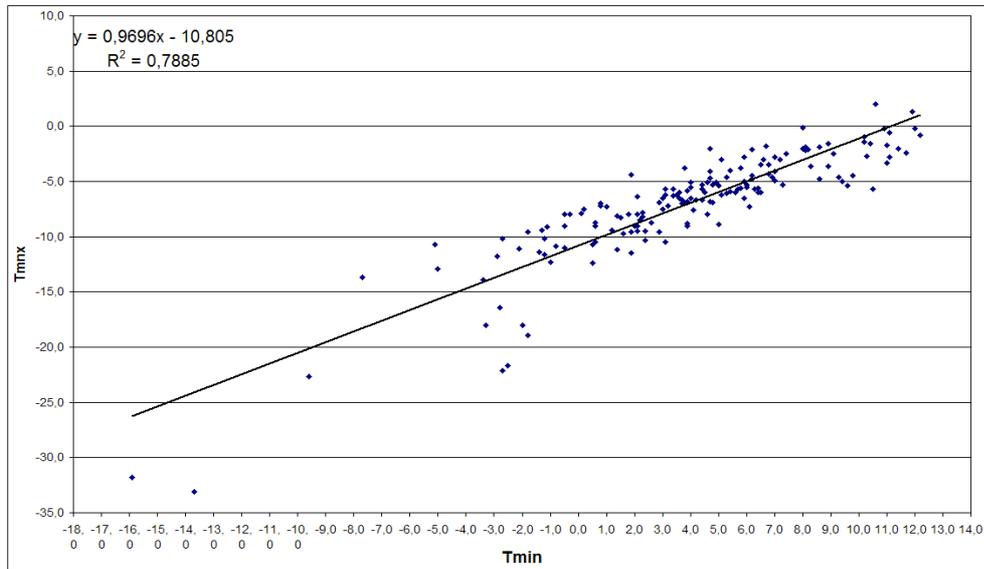


Figura 1: Correlación entre la temperatura mínima media de 166 localidades del país y la temperatura mínima absoluta (serie temporal 1960-1980).

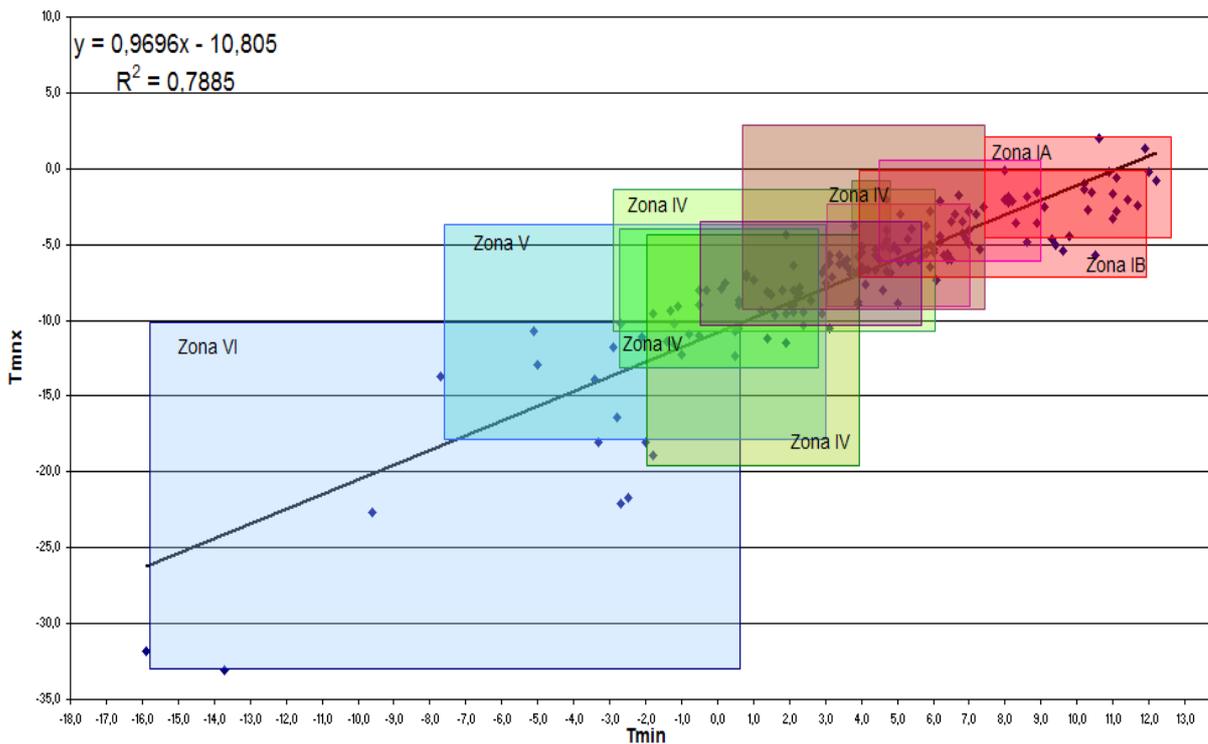


Figura 2: Pertenencia de cada localidad del país a una zona bioambiental, respecto de sus temperaturas mínimas.

Lo cual implica que con este antecedente la Norma se volvería un poco más rigurosa y afectaría a la determinación de los valores de transmitancia térmica y riesgo de condensación superficial e intersticial. No afecta a la determinación del coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas G_c ya que requiere de los grados día de calefacción. Y los grados día de calefacción se determinan a partir de las temperaturas medias (Degree Days Direct, 2007).

La Figura 2 muestra otra situación que requerirá una investigación en particular, ya que hay una gran superposición de las localidades respecto de las zonas bioambientales. En la regionalización ambiental de la IRAM 11603 las zonas III a VI se determinaron a partir de los grados día de calefacción base 18 °C y las zonas I y II con la temperatura efectiva.

Situación verano:

La figura 3 muestra la correlación entre las temperaturas máxima media y máxima absoluta para el mes de enero en las 166 estaciones meteorológicas. La correlación es mejor que en el caso de invierno con un $R^2=0,874$ permitiendo una mejor estimación de las temperaturas de verano.

Tendremos así que mediante la siguiente expresión podemos conocer la temperatura máxima absoluta $TMXA$:

$$TMXA = 0,954 \times TMAX + 10,607 \tag{5}$$

Para la definición de los valores de diseño de verano se propone utilizar esta expresión y al resultado restarle un coeficiente de rigurosidad admisible. Se propone este valor admisible para verano sea igual a 4 °C.

Con lo cual podemos determinar la temperatura de diseño de verano $TMXD$ a partir de la siguiente expresión:

$$TMXD = (0,954 \times TMAX + 10,607) - 4^\circ\text{C} \tag{6}$$

Se da así la libertad al proyectista de aumentar este coeficiente admisible de verano pero nunca por debajo de los 4 °C.

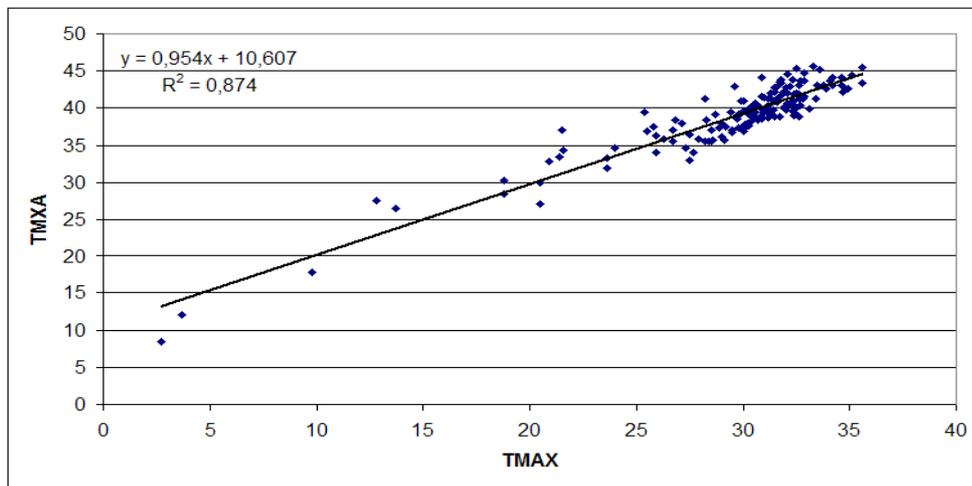


Figura 3: Correlación entre temperatura máxima media y temperatura máxima absoluta para 166 localidades del país.

La figura 4 muestra la misma correlación entre $TMAX$ y $TMXA$ pero incorporando la temperatura máxima media (triángulos), respecto de la máxima absoluta (rombos), la temperatura media (equis) y la temperatura de diseño propuesta (cuadrados). Esto nos permite ver claramente la distancia relativa entre las temperaturas máximas y la temperatura de diseño propuesta.

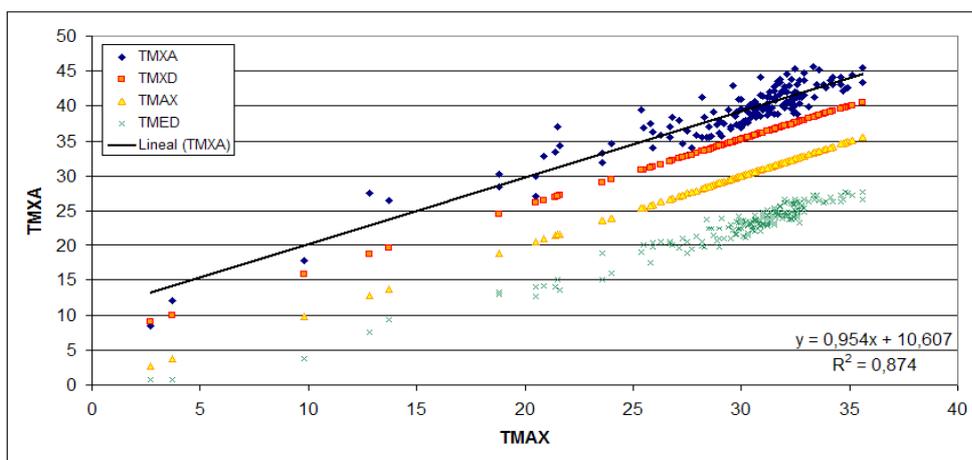


Figura 4: Comparación entre la temperatura de diseño máxima de verano respecto de la máxima absoluta, la máxima media y la media para 166 localidades del país.

Los grados día de calefacción y refrigeración se calcularon con el procedimiento propuesto por *DDD* (Degree Days Direct Ld., 2007). Ver tabla 1. En las tablas 2 y 3 se muestra una selección de localidades de todo el país con los datos climáticos (SMN) y bioclimáticos calculados con el procedimiento propuesto.

Condición	Fórmula usada	Condición	Fórmula usada
$T_{max} < T_{base}$	$\Delta h = T_{base} - (T_{max} + T_{min})/2$	$T_{min} > T_{base}$	$\Delta c = (T_{max} + T_{min})/2 - T_{base}$
$T_{max} >= T_{base}$	$\Delta h = (T_{base} - T_{min})/2 - (T_{max} - T_{base})/4$	$T_{min} <= T_{base}$	$\Delta c = (T_{max} - T_{base})/2 - (T_{base} - T_{min})/4$
$(T_{max} + T_{min})/2 > T_{base}$	$\Delta h = (T_{base} - T_{min})/4$	$(T_{max} + T_{min})/2 < T_{base}$	$\Delta c = (T_{max} - T_{base})/4$
$T_{min} > T_{base}$	$\Delta h = 0$	$T_{max} < T_{base}$	$\Delta c = 0$

Tabla 1: Los grados día de diseño para calefacción y refrigeración (Fuente: *DDD*).

ESTACIÓN	Prov	Lat °	Long °	Asnm m	RB	TMax °C	TMed °C	TMin °C	TDmn °C	HR %	VV km/h	Prec mm	GDc18 °C	GDc20 °C
AEROPARQUE	BAC	34,57	58,42	6	IIIB	14,3	10,8	8,0	2,0	82	13	56	850	1278
BAHIA BLANCA	BAP	38,73	62,18	83	IVC	13,6	7,9	3,6	-2,3	73	15	31	1370	1861
JUNIN	BAP	34,55	60,95	81	IIIA	15,4	9,1	4,2	-1,7	81	12	33	1149	1608
LA PLATA AERO	BAP	34,97	57,90	23	IIIB	14,4	9,2	5,4	-0,6	84	17	57	1180	1670
LAPRIDA	BAP	37,57	60,77	212	IVC	12,6	7,3	2,3	-3,6	68	5	38	1639	2183
MAR DEL PLATA	BAP	38,05	57,55	5	IVD	13,1	9,1	4,7	-1,2	83	14	63	1488	2079
T. LAUQUEN	BAP	35,97	62,73	95	IIIA	15,1	8,6	3,5	-2,4	76	8	29	1166	1602
TRES ARROYOS	BAP	38,38	60,27	109	IVC	12,5	7,2	3,1	-2,8	79	8	48	1507	2040
CATAMARCA	CA	28,45	65,77	531	IIA	20,0	11,4	4,8	-1,2	64	7	5	448	732
CORDOBA AERO	CD	31,32	64,22	474	IIIA	18,4	10,6	4,6	-1,3	67	11	8	704	1120
RIO CUARTO	CD	33,08	64,27	421	IIIA	16,2	9,4	4,4	-1,5	67	13	6	914	1342
CORRIENTES AERO	CR	27,45	58,77	62	IB	22,4	15,6	10,4	4,3	77	11	44	150	390
RESISTENCIA	CHC	27,45	59,05	52	IB	23,0	16,1	11,1	5,0	78	10	51	156	386
COM. RIVADAVIA	CHB	45,78	67,50	61	V	10,6	6,5	3,0	-2,9	60	30	22	1855	2523
ESQUEL	CHB	42,90	71,37	785	VI	6,5	1,8	-2,7	-8,4	77	17	85	3684	4414
TRELEW	CHB	43,23	65,30	39	IVC	12,3	6,3	1,5	-4,4	64	20	22	1674	2241
CONCORDIA	ER	31,30	58,02	38	IIB	18,6	13,2	8,3	2,2	81	11	86	531	925
GUALEGUAYCHU	ER	32,87	58,52	14	IIIB	16,6	11,3	5,8	-0,2	86	10	66	904	1337
PARANA	ER	31,83	60,52	110	IIB	17,6	12,6	8,1	2,0	73	21	24	591	980
FORMOSA	FM	26,20	58,23	60	IB	23,4	17,2	12,2	6,0	76	11	50	21	205
JUJUY	JJ	24,18	65,30	1303	IIIB	19,5	10,4	3,9	-2,0	72	7	7	651	1064
LA QUIACA	JJ	22,10	65,60	3459	V	14,9	3,7	-7,7	-13,3	29	5	0	2979	3709
SANTA ROSA	LP	36,57	64,27	189	IIIA	15,1	7,6	1,4	-4,4	78	11	15	2674	3639
LA RIOJA	LR	29,38	66,82	430	IA	19,8	11,0	4,0	-1,9	63	7	5	495	786
MALARGUE	MZ	35,50	69,58	1423	V	10,9	3,6	-2,8	-8,5	67	4	20	2358	3046
MENDOZA AERO	MZ	32,83	68,78	704	IVA	15,7	7,3	0,8	-5,0	63	4	2	1128	1556
MENDOZA	MZ	32,88	68,85	828	IVA	14,6	7,8	3,4	-2,5	61	6	4	1053	1481
SAN RAFAEL	MZ	34,58	68,40	748	IVB	15,2	7,3	0,8	-5,0	63	4	6	1342	1836
OBERA	MS	27,48	55,13	343	IB	20,6	15,5	10,9	4,8	73	20	104	154	414
POSADAS	MS	27,37	55,97	133	IB	22,1	16,0	11,0	4,9	77	12	88	92	328
NEUQUEN	NQ	38,95	68,13	270	IVB	13,1	5,4	-0,5	-6,3	69	9	12	1680	2185
BARILOCHE	RN	41,15	71,17	836	VI	6,6	2,3	-1,2	-7,0	85	19	123	3682	4412
SALTA	ST	24,85	65,48	1226	IIIA	19,8	9,7	2,6	-3,3	71	3	3	704	1127
SAN JUAN	SJ	31,57	68,42	598	IIIA	17,7	7,7	-0,5	-6,3	56	7	1	1041	1449
SAN LUIS	SL	33,27	66,35	713	IIIA	17,0	9,4	3,1	-2,8	60	15	7	871	1297
RIO GALLEGOS	SC	51,62	69,28	17	VI	4,5	0,9	-2,0	-7,7	82	16	14	3812	4542
ROSARIO	SF	32,92	60,78	27	IIIB	16,8	10,3	5,3	-0,7	82	12	37	886	1314
S. DEL ESTERO	SE	27,77	64,30	199	IA	21,0	13,1	6,1	0,1	67	8	3	351	624
TUCUMAN AERO	TC	26,83	65,20	420	IIB	19,9	12,3	6,6	0,6	71	3	9	386	686
USHUAIA	TF	54,80	68,32	14	VI	4,6	1,7	-1,0	-6,8	78	10	31	4486	5216

Tabla 2: Datos bioambientales de INVIERNO para una muestra reducida de casos.

ESTACION	Prov	Lat °	Long °	Asnm m	RB	TMax °C	TMed °C	TMin °C	TDmx °C	HR %	VV km/h	Prec mm	GDe18 °C
AEROPARQUE	BAC	34,57	58,42	6	IIIB	28,4	23,8	19,6	33,7	67	16	75	751
BAHIA BLANCA	BAP	38,73	62,18	83	IVC	30,5	22,6	15,4	35,7	50	19	49	886
JUNIN	BAP	34,55	60,95	81	IIIA	30,8	23,2	15,5	36,0	63	12	78	973
LA PLATA AERO	BAP	34,97	57,90	23	IIIB	28,6	22,4	16,3	33,9	69	17	74	762
LAPRIDA	BAP	37,57	60,77	212	IVC	29,7	21,5	15,1	34,9	62	7	77	747
MAR DEL PLATA	BAP	38,05	57,55	5	IVD	25,5	20,1	14,5	30,9	76	16	100	467
T. LAUQUEN	BAP	35,97	62,73	95	IIIA	31,9	24,0	15,8	37,0	56	10	74	1064
CATAMARCA	CA	28,45	65,77	531	IIA	33,3	27,2	21,4	38,4	53	17	91	1754
CORDOBA AERO	CD	31,32	64,22	474	IIIA	30,0	23,4	16,7	35,2	67	10	102	1206
RIO CUARTO	CD	33,08	64,27	421	IIIA	29,4	22,6	16,8	34,7	63	12	123	1023
CORRIENTES	CR	27,47	58,82	60	IB	33,5	27,2	21,4	38,6	66	7	196	1814
RESISTENCIA	CHC	27,45	59,05	52	IB	32,4	26,0	20,3	37,5	70	8	222	1727
COM. RIVADAVIA	CHB	45,78	67,50	61	V	25,4	19,0	13,3	30,8	40	36	12	445
ESQUEL	CHB	42,90	71,37	785	VI	20,9	14,1	7,4	26,5	48	32	19	104
TRELEW	CHB	43,23	65,30	39	IVC	28,2	20,5	14,0	33,5	37	29	12	724
CONCORDIA	ER	31,30	58,02	38	IIB	31,5	25,5	18,7	36,7	62	10	130	1231
GUALEGUAYCHU	ER	32,87	58,52	14	IIIB	31,0	24,5	16,4	36,2	66	10	88	1083
PARANA	ER	31,83	60,52	110	IIB	31,0	24,9	18,6	36,2	61	16	87	1160
SALTO GRANDE	ER	31,20	57,92	37	IIIB	31,8	25,6	18,8	36,9	61	6	100	1220
FORMOSA	FM	26,20	58,23	60	IB	33,4	26,7	21,3	38,5	71	9	203	1888
JUJUY	JJ	24,18	65,30	1303	IIIB	27,9	21,2	15,4	33,2	77	6	181	1176
LA QUIACA	JJ	22,10	65,60	3459	V	20,5	12,7	6,9	26,2	63	9	67	270
SANTA ROSA	LP	36,57	64,27	189	IIIA	31,2	22,7	14,1	36,4	59	12	67	1078
LA RIOJA	LR	29,38	66,82	430	IA	35,6	27,7	20,7	40,6	56	9	59	1962
MALARGUE	MZ	35,50	69,58	1423	V	27,7	19,4	10,3	33,0	48	7	13	629
MENDOZA AERO	MZ	32,83	68,78	704	IVA	32,3	24,9	17,4	37,4	49	7	20	1259
SAN RAFAEL	MZ	34,58	68,40	748	IVB	31,2	23,2	14,4	36,4	49	5	47	1026
OBERA	MS	27,48	55,13	343	IB	32,5	25,1	19,8	37,6	71	16	156	1550
POSADAS	MS	27,37	55,97	133	IB	32,4	25,9	20,3	37,5	70	9	149	1722
NEUQUEN	NQ	38,95	68,13	270	IVB	31,3	23,3	14,6	36,5	36	17	16	987
BARILOCHE	RN	41,15	71,17	836	VI	21,4	14,0	6,4	27,0	61	29	18	127
SALTA	ST	24,85	65,48	1226	IIIA	27,3	21,0	15,9	32,7	77	3	161	1135
SAN JUAN	SJ	31,62	68,53	615	IIIA	34,6	26,4	19,2	39,6	47	9	14	1530
SAN LUIS	SL	33,27	66,35	713	IIIA	31,0	24,3	17,3	36,2	50	18	100	1207
RIO GALLEGOS	SC	51,62	69,28	17	VI	18,8	12,9	7,5	24,5	57	30	31	23
ROSARIO	SF	32,92	60,78	27	IIIB	30,7	23,7	16,7	35,9	68	12	106	1106
S. DEL ESTERO	SE	27,77	64,30	199	IA	34,1	27,0	20,2	39,1	63	9	115	1892
TUCUMAN	TC	26,80	65,20	481	IIB	30,6	24,4	19,2	35,8	75	5	184	1369
USHUAIA	TF	54,80	68,32	14	VI	13,7	9,3	5,2	19,7	72	17	47	0

Tabla 3: Datos bioambientales de VERANO para una muestra reducida de casos.

ANÁLISIS DE FRECUENCIAS:

A fin de obtener un avance del comportamiento de los datos respecto de las frecuencias se usó como caso testigo la estación meteorológica «Aeroparque» para luego continuar con las 27 restantes.

Situación de Invierno: Las figuras 5 y 6 muestran el resultado del análisis de frecuencias realizado sobre datos horarios y datos diarios. Para poder comparar recordemos que la Norma IRAM establece una temperatura de diseño mínima de **3,8 °C**.

Mediante el procedimiento propuesto en este trabajo basado en la ecuación (4) y la temperatura mínima media y un admisible de 5 °C la temperatura mínima de diseño será **2,0 °C** (ver Tabla 2). Si nos basamos en antecedentes internacionales que sugieren tomar la temperatura correspondiente a ocurrencia de cinco días tendremos que interpolando la temperatura de diseño basada en datos horarios sería de **1,18 °C**. Si por el contrario utilizamos el análisis de frecuencias mediante datos diarios esta temperatura mínima de diseño, siempre interpolando, sería de **2,5 °C**. Si utilizáramos el procedimiento sugerido por Esteves&Gelardi donde se toma la mínima del mes más frío es de 8,27 °C y la mínima absoluta es de - 2,37 °C la semi suma daría una temperatura mínima de diseño de **2,95 °C**. Nos encontramos ante un panorama confuso para poder sugerir el procedimiento más adecuado, cuando hay tanta variabilidad en el caso testigo.

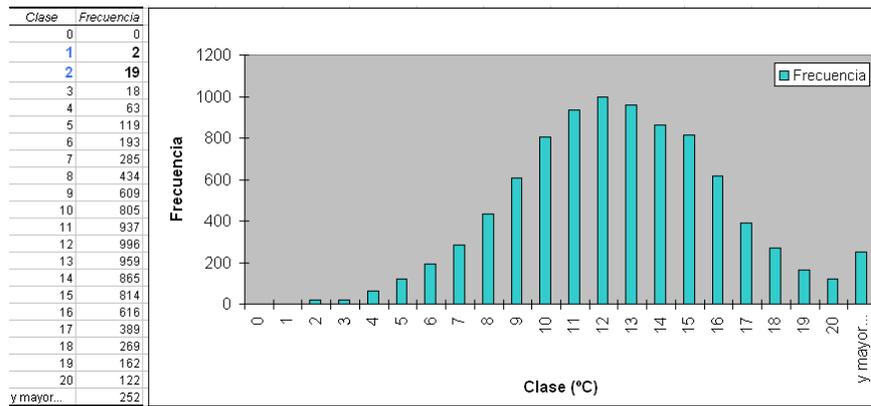


Figura 5: Análisis de frecuencias de temperaturas horarias de invierno para estación Aeroparque. (Período 1994-2001)

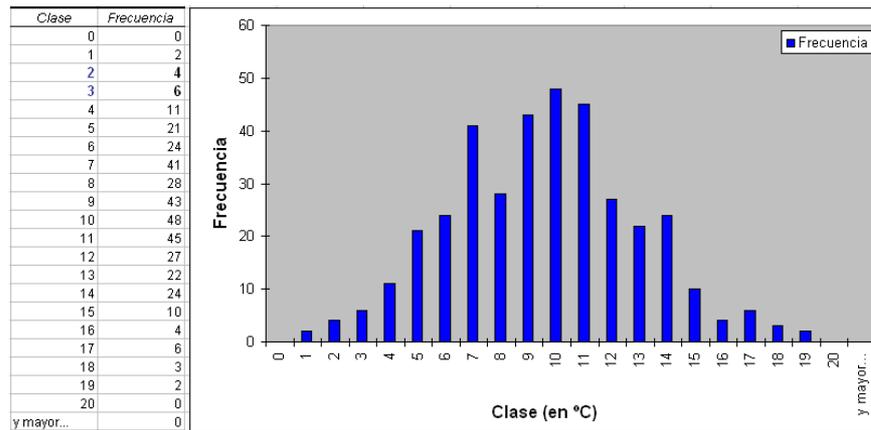


Figura 6: Análisis de frecuencias de temperaturas diarias de invierno para estación Aeroparque. (Período 1994-2001)

Situación de Verano: Las figuras 7 y 8 muestra el resultado del análisis de frecuencia realizado sobre datos horarios y datos diarios. Para poder comparar recordemos que la Norma IRAM establece una temperatura de diseño máxima de **31,2 °C**.

Mediante el procedimiento propuesto en este trabajo basado en la ecuación (6) y la temperatura máxima media y un admisible de -4 °C la temperatura máxima de diseño será **33,7 °C** (ver Tabla 3). Si nos basamos en antecedentes internacionales que sugieren tomar la temperatura correspondiente a ocurrencia de cinco días tendremos que interpolando la temperatura de diseño basada en datos horarios sería de **34,2 °C**.

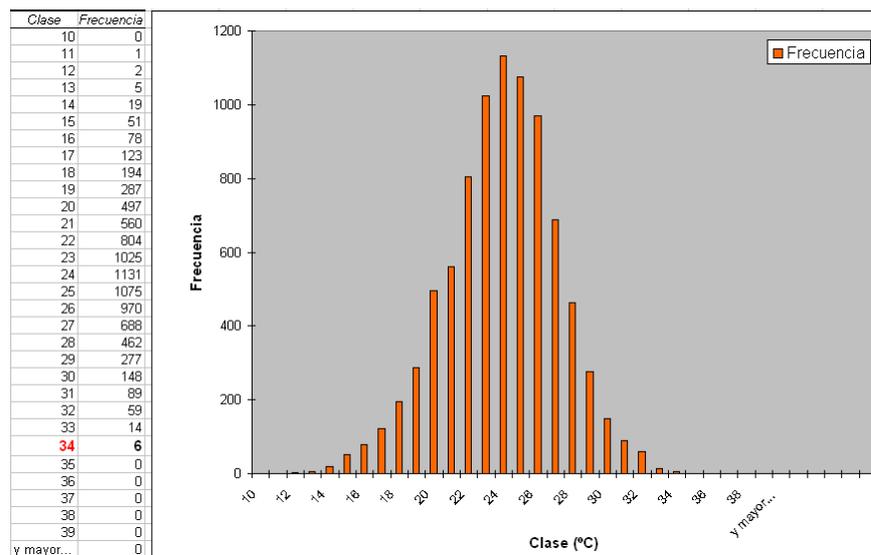


Figura 7: Análisis de frecuencias de temperaturas horarias de verano para estación Aeroparque. (Período 1994-2001)

Si por el contrario utilizamos el análisis de frecuencias mediante datos diarios esta temperatura máxima de diseño, siempre interpolando, sería de **33,5 °C**. No hay otras propuestas para las temperaturas de diseño de verano, pero si siguiéramos el procedimiento sugerido por Esteves&Gelardi, aplicado al verano, donde la máxima media del mes crítico es de $28,05\text{ °C}$ y la máxima absoluta es de $36,1\text{ °C}$; la semi suma daría una temperatura máxima de diseño de **32,1 °C**. En este caso la diferencia entre IRAM y Esteves&Gelardi es de $0,9\text{ °C}$ y tenemos como temperatura de diseño más alta la que surge de datos horarios.

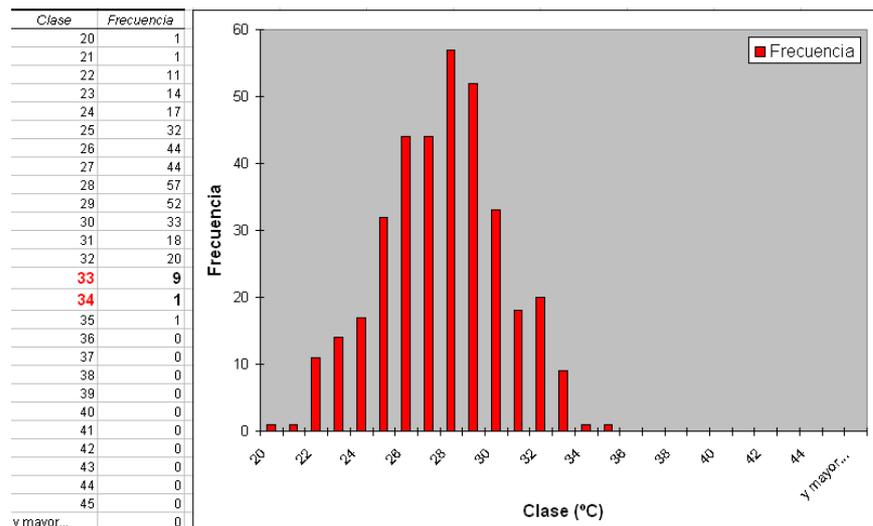


Figura 8: Análisis de frecuencias de temperaturas diarias de verano para estación Aeroparque. (Período 1994-2001)

CONCLUSIÓN

Este trabajo busca analizar, comparar y debatir diferentes procedimientos para la determinación de las temperaturas de diseño de invierno y verano, con el objetivo de actualizar los datos de las Normas IRAM 11603. Es necesario implementar el mismo procedimiento que se propone para las 27 localidades donde se dispone de la información más actualizada, pero haciendo varias aclaraciones. La mayor disponibilidad de datos corresponde a valores medios de temperatura. En sitios web como el SMN, la NASA, o tutiempo.net es usual encontrar valores medios mensuales. El acceso a valores diarios u horarios, o no existe, o es costoso o se vuelve disponible por factores externos, como el caso de la reciente intervención civil al SMN, que permitieron obtener esta vital información. En países vecinos como Brasil, es de disponibilidad pública para los investigadores. El valor de los coeficientes de rigurosidad para invierno y verano son sugeridos y será la Subcomisión de Acondicionamiento Térmico de Edificios del IRAM la que decidirá los valores admisibles. Estos valores son objeto de discusión ya que algunos actores sociales, lo empujarán hacia un lado, para que se requiera el uso de más cm de aislamiento y otros lo empujarán hacia el lado contrario para que un bloque de cemento de 20 cm de espesor o cerámico hueco de 18 cm, cumpla en todo el territorio nacional. Finalmente esto que debiera surgir del ámbito académico y ser aceptado para su utilización como valor de referencia en balances térmicos de invierno o verano, verificación de transmitancia térmica en muros y techos o riesgo de condensación superficial o intersticial, se convierte en una decisión con un cierto grado de arbitrariedad.

REFERENCIAS:

- Czajkowski J. y Rosenfeld E. (1993). Datos meteorológicos de 154 localidades de la República Argentina que incorporan variables bioclimáticas de uso normativo. 16° Reunión de Trabajo de ASADES. La Plata.
- Czajkowski, Jorge (1998). Características de los datos climáticos utilizados en la Norma IRAM 11603 para la evaluación del comportamiento térmico de edificios y sus componentes. Seminario de actualización sobre las Normas IRAM de aislamiento térmico de edificios. Buenos Aires.
- Degree Days Direct Ld. (2007). How degree days are computed. En: [<http://www.vesma.com/ddd/ddcalcs.htm>]
- Esteves Alfredo , Gelardi Daniel (2002). Cálculo de la temperatura de diseño de invierno. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente-Vol. 6, No.1, 2002-pp.08-85 a 08-89
- Norma 11603 (1996). Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. IRAM. Buenos Aires.

ABSTRACT: Since its introduction as background policy a decade and a half ago, the bioclimatic data have shown appropriate behavior in the majority of locations in the country, but in others it was not. This work under the PAE Project 22559 - BID 1718/OC-AR "Energy Efficiency in the habitat" seeks to revise and update the background. Looking further any alternative procedure based on a quantitative analysis for the determination of the indicators bioclimatic design. It outlines the basics of history, analyzes the data comparing the original series with a current climate provided by the SMN and proposes a new procedure for obtaining temperatures design winter and summer.

Keywords: habitat efficient, energy saving , climate, bioclimatic data standards.