

ZONIFICACION CLIMATICA DE LA PROVINCIA DE MENDOZA

Jorge C. Fernández* - Carlos de Rosa**
Laboratorio de Ambiente Humano y (LAHV - CRICYT)
Casilla de Correo 131 - 5500 - MENDOZA

RESUMEN

El trabajo presenta resultados de la primera etapa de un proyecto de investigación, financiado por el Gobierno de la Provincia de Mendoza (Secretaría de Ciencia y Técnica). Define una zonificación climática detallada de la provincia para su utilización en normas regionales tendientes a regular los comportamientos ambientales y los consumos energéticos del sector edilicio.

Fueron seleccionadas las estaciones y datos de mayor relevancia desde el punto de vista de la respuesta ambiental y energética del parque edilicio residencial y terciario. Este análisis permitió el mapeo de parámetros climáticos anuales y estacionales para identificar presiones y recursos relevantes en cada zona de nuestra provincia.

Se tomó como base para la zonificación, la división por distritos que forman parte de los Municipios. Sobre el Oeste de la provincia existe una gran región, identificada como zona de Alta Montaña.

Cada distrito posee índices estacionales compuestos que sintetizan las variables climáticas más significativas.

CARACTERIZACION CLIMATICA DE LA PROVINCIA.

La recopilación, procesamiento y archivo de los datos climáticos de la provincia de Mendoza, se ha venido realizando en el LAHV, en forma sistemática y progresiva desde 1987 (1), contándose con información completa de 20 estaciones dentro del territorio provincial y 3 en zonas de provincias vecinas cercanas a los límites de Mendoza (2). Durante la primera parte del trabajo se han seleccionado las estaciones y los datos para realizar los mapeos correspondientes. Los mismos se han realizado intentando un máximo grado de cobertura de la información climática básica relevante desde el punto de vista de la respuesta ambiental y energética del parque edilicio residencial y terciario. Se ha trabajado sobre parámetros anuales y estacionales con el objeto de identificar con claridad presiones y recursos climáticos, los cuales se detallan a continuación:

1 - Datos anuales:

- Grados-día anuales de calefacción (Base 16°C).
- Grados-día anuales de enfriamiento (Base 23°C).
- Radiación solar global sobre plano horizontal.

2 - Datos estacionales de invierno (meses 6, 7 y 8)

.Presiones:

- Grados día de calefacción (Base 16°C)
- Temperatura de Diseño

.Recursos:

- Radiación solar global sobre plano horizontal

.Datos combinados de invierno:

- Radiación solar / G.Día de calefacción.

3 - Datos estacionales de verano (meses 12, 1 y 2)

.Presiones:

Grados-día de enfriamiento (Base 23°C)
Temperaturas de diseño.
Radiación solar global sobre plano horizontal.

.Recursos:

Amplitud térmica diaria
Velocidad media del viento.

.Datos combinados de verano:

Radiación solar x G. Día de enfriamiento.

ZONIFICACION BIOAMBIENTAL DETALLADA DEL TERRITORIO PROVINCIAL.

Se pretende obtener una metodología adecuada de zonificación que incluya en forma sistemática, ordenada y clara, los parámetros climáticos relevantes en cuanto a presiones y recursos de cada localidad. Este estudio se realiza no solamente desde el punto de vista estrictamente energético, sino también para la obtención del confort térmico en ambas estaciones extremas. Esto permitirá la implementación de diseños y técnicas constructivas que mejoren las condiciones de habitabilidad minimizando consumos de energía convencional.

Los pasos seguidos en el método para la zonificación, son los siguientes:

1 - Selección de parámetros climáticos.

Dadas las características del clima continental de toda la provincia y de las importantes variaciones de sus parámetros sobre el territorio, es necesario identificar y seleccionar las presiones y recursos climáticos relevantes para los periodos críticos de las estaciones extremas. Siguiendo este criterio, se han descartado para la zonificación los parámetros anuales cuya mayor importancia es, desde el punto de vista energético, para calefacción en las zonas más frías de la provincia. Esto no implica que dichos valores anuales se descarten como indicadores cuantitativos de referencia.

La selección final de parámetros es la siguiente:

Invierno (meses 6, 7 y 8)

.Presiones: Sumatoria de grados-día mensuales de calefacción (Base 16 °C) para el trimestre.

Temperatura de Diseño: Media entre la mínima media del período considerado y la mínima absoluta en un período de 10 años. Cubre aproximadamente el 90 % de las situaciones más desfavorables.

.Recursos: Radiación Solar Global sobre plano horizontal, media para el trimestre.
Modo de utilización del recurso: sistemas solares pasivos.

Verano (meses 12, 1 y 2).

.Presiones: Sumatoria de grados-día mensuales de enfriamiento (Base 23 °C) para el trimestre.

Temperatura de Diseño: Media entre la máxima media del período considerado y la máxima absoluta.

en un periodo de 10 años.

Radiación solar global sobre plano horizontal, media trimestral.

Recursos: Amplitud térmica diaria media para el trimestre.
Velocidad del viento, media para el trimestre.

Las Figs. 1, 2, 3 y 4 muestran algunas de estas variables climáticas graficadas en forma de isolíneas para Mendoza.

2 - Base para la zonificación.

A los efectos de determinar una base geográfica libre de incertidumbres para la zonificación del territorio provincial, se ha optado por la división distrital del mismo, máxima desagregación posible en el sentido geográfico-administrativo.

Existen sin embargo algunos distritos de gran extensión en el sentido Este-Deste, es decir en el perpendicular a las isolíneas dominantes, particularmente sobre el oeste de la provincia. En estos casos y como solución excepcional se han dividido cada uno de dichos distritos según meridianos que corresponden aproximadamente a la cota de altitud de 2100 s.n.m. Todas las zonas distritales sobre esta cota serán agrupadas en una sola zona bioambiental, la de Alta Montaña, cuyas características son aproximadamente homogéneas sobre toda la frontera oeste del territorio.

3 - Metodología de Zonificación.

El problema básico de la zonificación consiste en trasladar las isolíneas de las diversas variables climáticas mapeadas, a los límites distritales más cercanos. De esta forma, un distrito o grupo de ellos queda definido por un rango de valores para cada una de las variables. Las Figs. 5-12 muestran algunos de estas variables asignadas a los diferentes distritos de Mendoza.

Desde el punto de vista metodológico, se realizó un primer intento de aplicación de análisis multivariado. Se prepararon datos para la carga en el programa BMDP. Los resultados obtenidos de la corrida indicaron la incapacidad del programa para el agrupamiento de las zonas cuando los niveles de dispersión de valores excedían un cierto límite. Aproximadamente un 30% de los distritos provinciales quedaron sin posibilidades de zonificación.

Se optó, en consecuencia por la utilización de una escala de índices y subíndices por zona, jerarquizando las variables y realizando un agrupamiento para invierno y otro para verano, discriminando presiones y recursos.

En el método operativo para trasladar las isolíneas de cada variable a los límites distritales, se utilizaron los siguientes criterios:

1- Trasladar el valor de la isolínea que atraviesa un distrito al límite del mismo más próximo, hacia el lado favorable de la escala. Es decir, en el caso de las presiones en sentido decreciente y en los recursos en el creciente de la correspondiente escala. De esta forma toda el área del distrito estará a cubierto de las peores condiciones.

2- Como excepción admisible a este criterio, se permitió que aproximadamente el 10% del área de un distrito dado quede hacia el lado desfavorable de una isolinia, salvo que en dicha área se encuentre un asentamiento humano importante.

3- Para cada distrito se adoptó un rango de valores cuya amplitud es constante, por ejemplo: 200 °C-Día en caso de los GD de calefacción. Esto hace que en muchos límites de distritos aparezcan valores dispares a uno y otro lado.

4- Para cada variable climática considerada se define una escala. Para las presiones se utilizaron números ordinales donde los valores más bajos indican situaciones más favorables. Para los recursos se emplean letras. De esta forma, se generan dos índices combinados, uno para invierno y otro para verano compuestos por varios subíndices.

Así por ejemplo, para la situación de invierno, en que existen dos variables de presiones climáticas y una de recursos, corresponde por jerarquía el primer dígito a grados-día de calefacción (índice numérico), el segundo a temperatura de diseño (índice numérico) y el tercero a radiación solar que como recurso, presenta un índice en letras. Para el caso de verano, corresponden tres valores para presiones y dos para recursos. Las mejores condiciones dentro del territorio provincial desde el punto de vista del aprovechamiento de los recursos climáticos estarían dada por los siguientes índices:

| | |
|-----------------------|---|
| invierno: I - 1/1-A | Grados-día: < 800 °D |
| | Temperatura de diseño: de -2 a -3 °C |
| | Radiación solar: > 11 [MJ/m ² día] |
| verano : V - 1/0/1-AA | Grados-día: 0 - 50 °D |
| | Temperatura de diseño: < 32 °C |
| | Radiación solar: < 25 [MJ/m ² día] |
| | Amplitud térmica: 17 - 18 °C |
| | Vientos: 12 - 15 [Km/h] |

Para un determinado distrito los índices combinados se expresan, por ejemplo de la siguiente manera: I-2/3-B y V-1/4/3-AC

Las Fig. 13 presenta en forma de tabla, las distintas escalas de variables climáticas, ordenadas por presiones y recursos y jerarquizadas, para las épocas de verano e invierno. La Fig. 14 muestra a modo de ejemplo 2 Municipios con sus respectivos distritos y los índices compuestos asignados a cada uno de ellos.

CONCLUSIONES

Los índices estacionales compuestos han sido elaborados tratando de obtener el mayor grado de inclusión de los valores climáticos significativos, desde el punto de vista del diseño y cálculo bioambiental y energético. Sin embargo, resulta evidente que debe tenderse a una mayor simplificación en los mapeos y en los índices correspondientes. Para ello se tiene pensado en un ajuste de las escalas numéricas, homogeneizando el número de tramos de cada una mediante la modificación de los rangos respectivos.

Cabe destacar que el análisis estadístico propuesto (BMDP) no se adaptó a los requerimientos necesarios para una zonificación provincial a los fines de su aplicación en la elaboración de normas. La metodología propuesta en cambio, asigna a los distritos

índices que permiten diferenciar sus características climáticas dentro de cada Municipio. Esto simplifica la elaboración de los Códigos de Construcción Municipales a través de los cuales se pretende implementar dicha normativa de conservación energética y confort térmico.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el importante aporte realizado al trabajo por el Sr. Jorge Mitchell en las tareas previas y en la elaboración de los mapas climáticos.

REFERENCIAS

1. Esteves, A. Relevamiento y Evaluación de los Recursos Climáticos en la Provincia de Mendoza para su utilización en el Diseño de Construcciones Bioclimáticas. Estado de Avance. Actas de la 12a. Reunión de Trabajo de ASADES. Buenos Aires. 1987.
2. Esteves, A. Base de datos climáticos para la Provincia de Mendoza Informe interno CONICET. (1990).

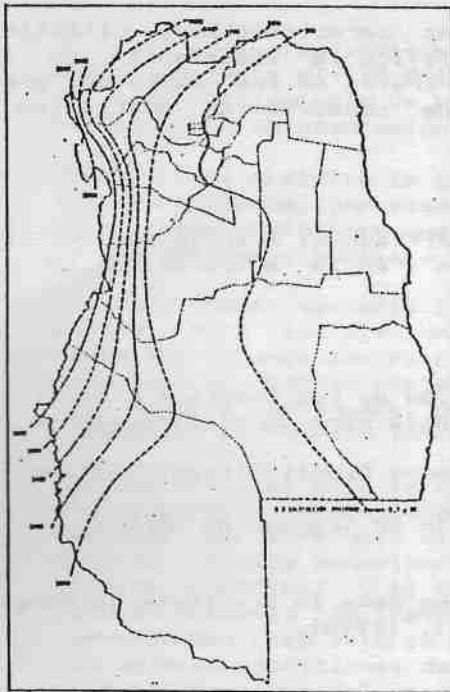


Fig. 1 Grados-día de calefacción
Invierno (meses: 6, 7 y 8)

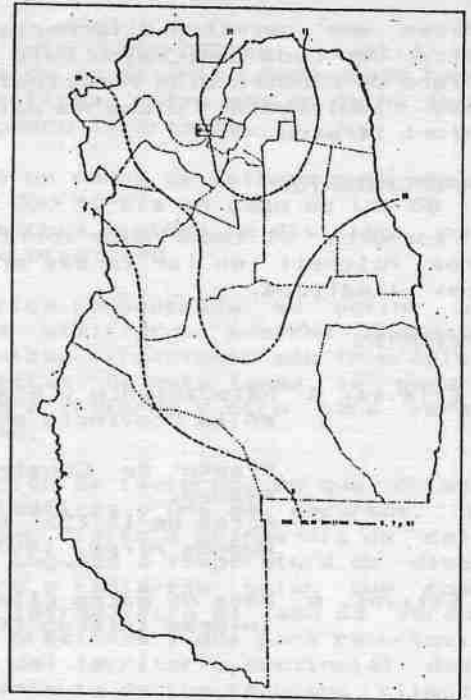


Fig. 2 Radiación Solar
Invierno (meses: 6, 7 y 8)

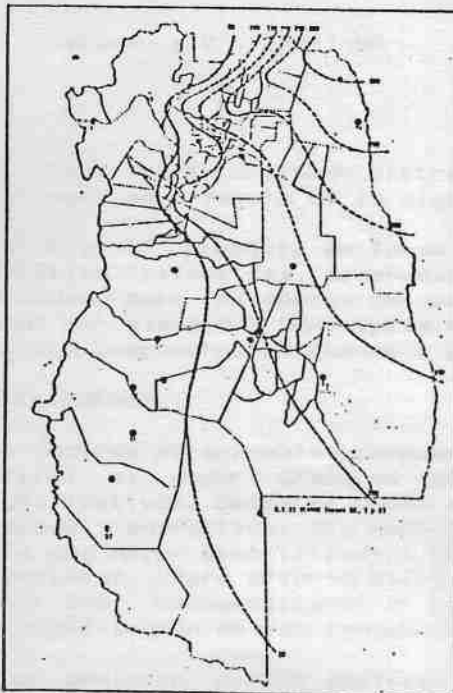


Fig. 3 Grados-día de enfriamiento
Verano (meses: 12, 1 y 2)

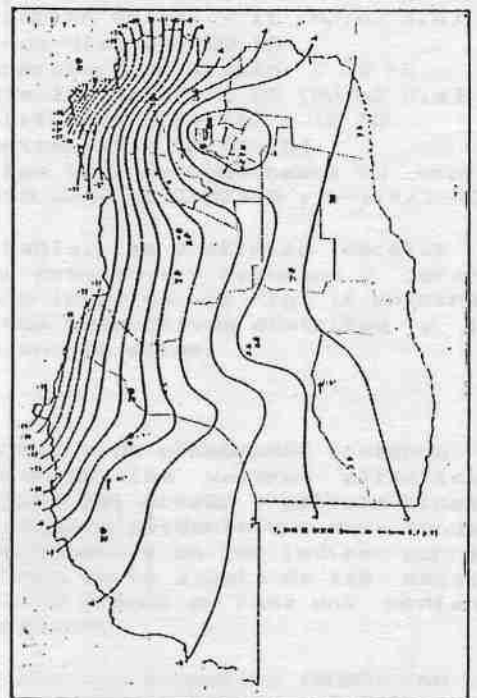


Fig. 4 Temperatura de diseño
Invierno (meses: 6, 7 y 8)

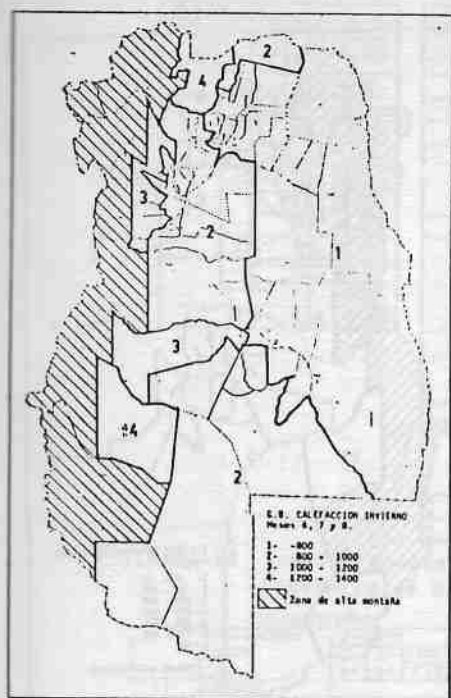


Fig. 9 Grados-día de calefacción Invierno (meses: 6, 7 y 8)

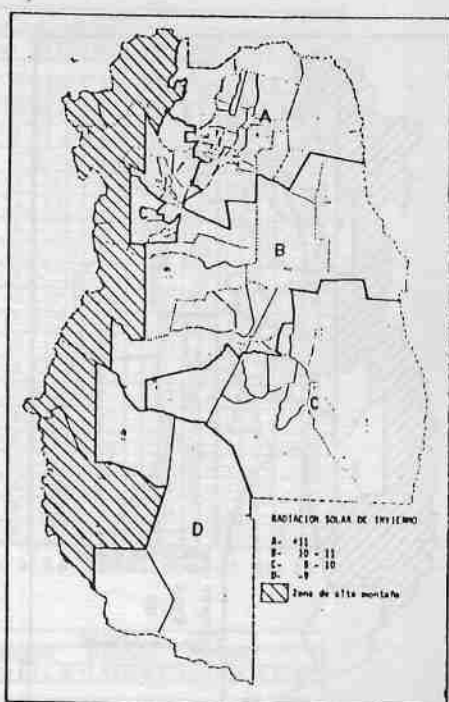


Fig. 10 Radiación Solar Invierno (meses: 6, 7 y 8)

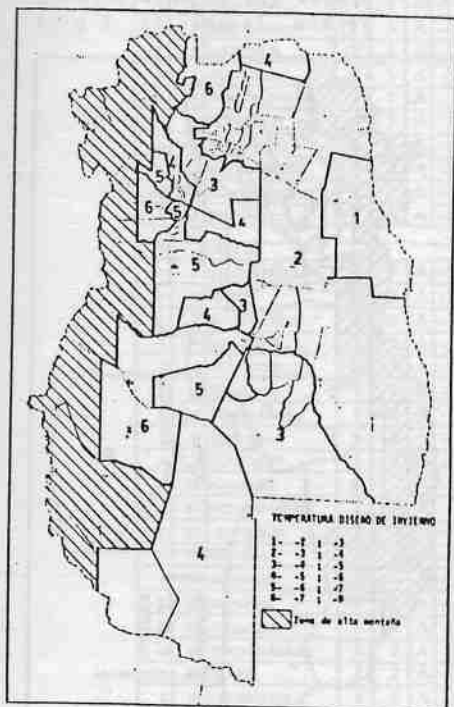


Fig. 11 Temperatura de diseño Invierno (meses: 6, 7 y 8)

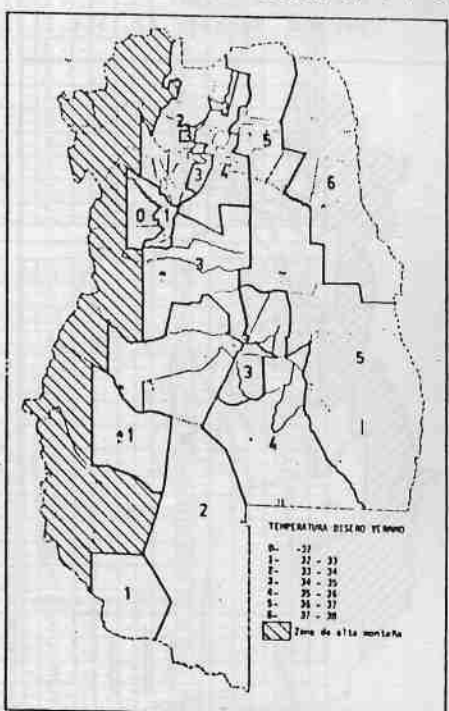
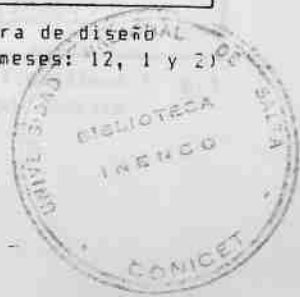


Fig. 12 Temperatura de diseño Verano (meses: 12, 1 y 2)



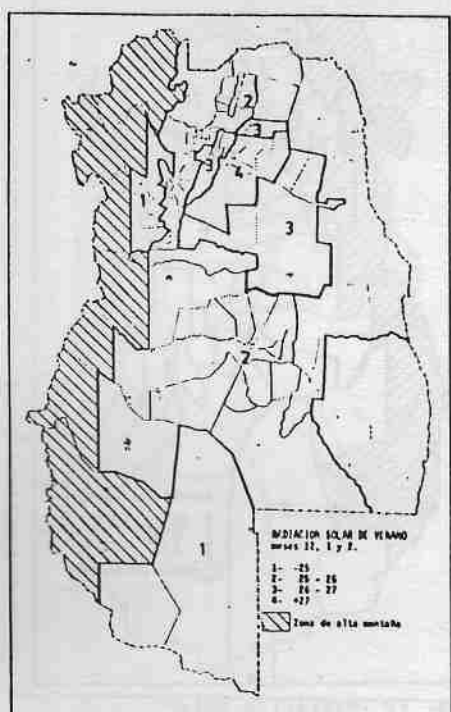


Fig. 5 Radiación Solar
Verano (meses: 12, 1 y 2)

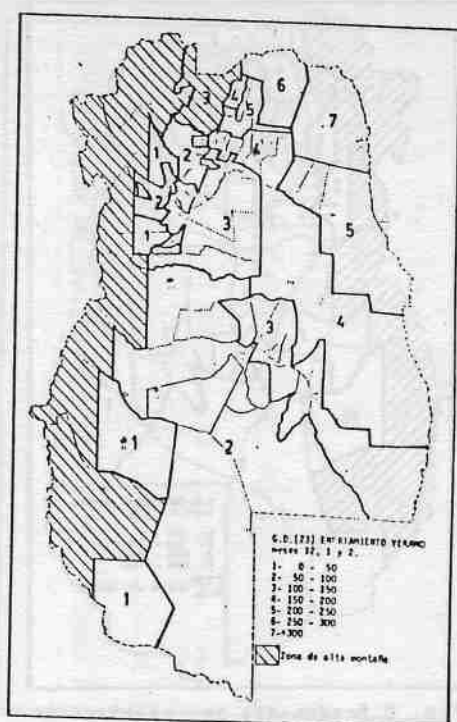


Fig. 6 Grados-día de enfriamiento
Verano (meses: 12, 1 y 2)

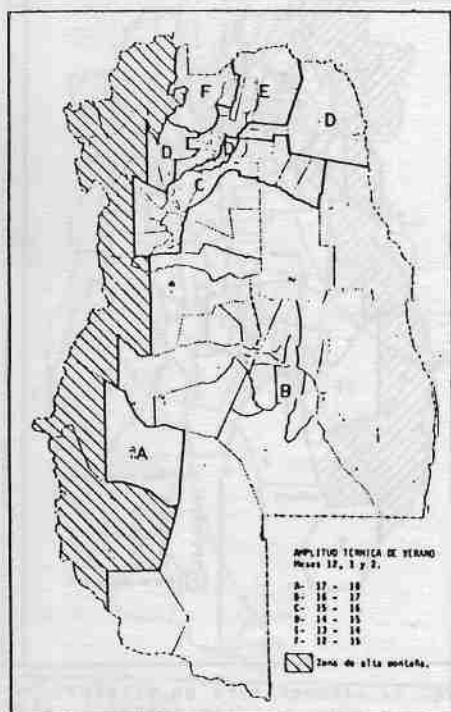


Fig. 7 Amplitud Térmica
Verano (meses: 12, 1 y 2)

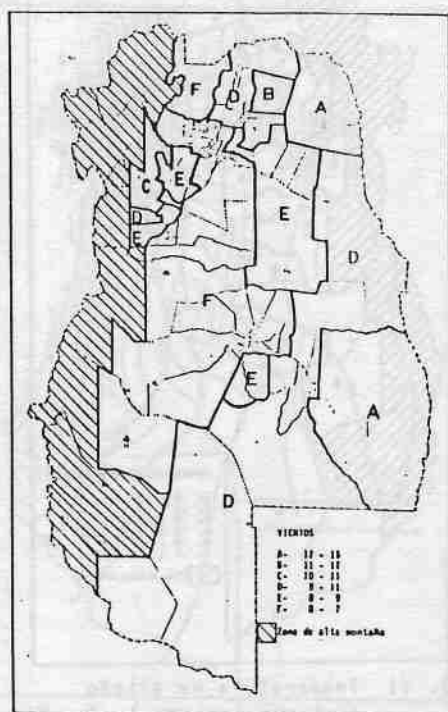


Fig. 8 Vientos
Verano (meses: 12, 1 y 2)

| INVERNO | | | | | VERANO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--------|------------|---|---|--------|------------|--------|------------|---|---|---|--------------|---|---|---|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GRADOS-DIA | T.D.S. | H.A.S.O.L. | | | | GRADOS-DIA | T.D.S. | H.A.S.O.L. | | | | V.A.T.E.M.F. | | | | VIENTO | | | | | | | | | |
| 14 | 14 | A | B | C | D | 17 | 17 | 1 | 2 | 3 | 4 | A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F | | |
| 1 | 1 | - | B | - | - | 1 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | D | F | A | - | C | - | - | - | - | | |
| | 2 | - | B | C | - | | 2 | 1 | - | - | - | - | - | - | C | - | - | - | - | - | - | - | D | | |
| | 3 | - | - | C | - | | 3 | 1 | - | - | - | - | - | - | C | - | - | - | - | - | - | - | C | | |
| 2 | 2 | A | - | - | - | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | E | F | - | - | - | C | D | E |
| | 3 | A | B | C | - | | 3 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | E | F | - | - | B | - | - | |
| | 4 | - | B | C | D | | 4 | 2 | - | - | - | - | - | - | D | - | - | - | - | - | - | B | - | - | |
| | 5 | - | B | C | - | | 5 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | E | C | - | |
| 3 | 4 | - | B | - | - | 3 | 2 | 2 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | E | F | - | - | - | - | - | |
| | 5 | - | B | - | - | | 3 | 2 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | F | - | - | - | B | - | E | |
| | 6 | - | - | C | - | | 4 | 2 | 2 | 4 | - | - | - | - | D | E | F | - | B | C | - | - | - | - | |
| 4 | 6 | A | - | - | D | 4 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | D | - | - | - | - | - | - | B | - | - | |
| | | | | | | | 4 | 2 | 2 | 3 | 4 | - | - | - | - | - | - | E | F | - | - | C | D | E | |
| | | | | | | | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | - | - | - | - | - | - | D | E | - | - | B | C | D | |
| | | | | | | | 5 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | | | | | | 6 | 2 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | | | | | | 6 | 2 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | | | | | | 7 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | | | | | | 7 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |

Fig. 13 Indices compuestos para la zonificación de la Provincia de Mendoza

| PROVINCIA DE MENDOZA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--------------------|---------|----|----------|---|---|--------|----|--------|------------|---|---|---|--------------|---|---|---|--------|---|---|---|---|---|---|---|
| DEPARTAMENTO | | INVERNO | | | | | VERANO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DISTRITO | | GD | TD | H.S.O.L. | | | | GD | T.D.S. | H.A.S.O.L. | | | | V.A.T.E.M.F. | | | | VIENTO | | | | | | | |
| | | 14 | 14 | A | B | C | D | 17 | 17 | 1 | 2 | 3 | 4 | A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F |
| 1 | LAS HERAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 LAS CUEVAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 USHALLATA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 3 EL CHALLAO | 2 | 3 | - | B | - | - | 2 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | D | - | - | - | - | - | - | F |
| 1 | 4 CAPEVILLA | 4 | 4 | A | - | - | - | 3 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | F | - | - | - | - | - | F |
| 1 | 5 EL ESTUARDO | 2 | 3 | A | - | - | - | 4 | 3 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | F |
| 1 | 6 FANQUEMA | 2 | 3 | A | - | - | - | 4 | 3 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | F |
| 1 | 7 CIENEGUITA | 2 | 3 | A | - | - | - | 4 | 3 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | F |
| 1 | 8 CIUDAD LAS HERAS | 2 | 2 | A | - | - | - | 3 | 3 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | F |
| 1 | 9 EL ZAFALLAR | 2 | 3 | A | - | - | - | 4 | 3 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | F |
| 1 | 10 EL PLUMERILLO | 2 | 3 | A | - | - | - | 4 | 3 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | F |
| 5 | 11 EL AGARRICAL | 2 | 3 | A | - | - | - | 4 | 3 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | F |
| 1 | 12 EL NORONLON | 2 | 3 | A | - | - | - | 4 | 3 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | F |
| 1 | 13 EL PASTAL | 2 | 3 | A | - | - | - | 4 | 3 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | F |
| 2 | LAVALLE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 1 LAZ DEL ROSARIO | 2 | 3 | A | - | - | - | 6 | 5 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | D |
| 2 | 2 JOJOLI | 2 | 2 | A | - | - | - | 4 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | D |
| 2 | 3 SAN FRANCISCO | 1 | 2 | A | - | - | - | 5 | 3 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | D |
| 2 | 4 SAN JOSE | 1 | 2 | A | - | - | - | 5 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | D |
| 2 | 5 LA ASUNCIÓN | 1 | 2 | A | - | - | - | 5 | 5 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | D |
| 2 | 6 SAN MIGUEL | 1 | 2 | A | - | - | - | 7 | 6 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | D | - | - | - | - | - | A |
| 2 | 7 TRES DE MAYO | 1 | 2 | A | - | - | - | 5 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | D |
| 2 | 8 LA PALMERA | 1 | 2 | A | - | - | - | 5 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | D |
| 2 | 9 EL PLUMERO | 1 | 2 | A | - | - | - | 5 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | D |
| 2 | 10 EL CARMEN | 1 | 2 | A | - | - | - | 5 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | D |
| 2 | 11 GUGUAYO ANDRÉ | 1 | 2 | A | - | - | - | 5 | 5 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | D |
| 2 | 12 JOJOLIVIEJO | 1 | 2 | A | - | - | - | 5 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | D |
| 2 | 13 TULUMAYA | 1 | 2 | A | - | - | - | 5 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | D |
| 2 | 14 EL OJICAL | 1 | 2 | A | - | - | - | 5 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | D |
| 2 | 15 EL VERGEL | 1 | 2 | A | - | - | - | 5 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | D |
| 2 | 16 PARAMILLO | 1 | 2 | A | - | - | - | 5 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | D |
| 2 | 17 COMA DE ABAJÓ | 1 | 2 | A | - | - | - | 5 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | D |
| 2 | 18 LA PEGA | 1 | 2 | A | - | - | - | 5 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | D |
| 2 | 19 LAS VIOLETAS | 1 | 2 | A | - | - | - | 5 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | D |
| 2 | 20 LA ISLANDIA | 1 | 2 | A | - | - | - | 5 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | E | - | - | - | - | - | D |

Fig. 14 Ejemplo de algunos municipios con sus distritos a los cuales se les asignan índices para la zonificación