

# ZONIFICACION CLIMATICO-HABITACIONAL PARA CHILE\*

Gabriel RODRIGUEZ J.\*\*

## RESUMEN

*Se propone una clasificación de Chile en nueve zonas climáticas de características determinantes para el diseño, tipo, forma, materiales y construcción de los edificios destinados a ser habitados.*

*Se acompaña un mapa con dicha zonificación, Tablas con sus características, recomendaciones generales de diseño, valores mínimos de aislación térmica de la envolvente, etc.*

## INTRODUCCION

Parece obvio decir que la construcción habitacional debe reunir un sinnúmero de características, dadas principalmente por el medio que la rodea y cuyo principal factor es el clima local. Dichas características apuntan en dos direcciones: la primera, más importante por constituir la esencia misma del edificio habitacional, es la de acomodarse a las exigencias físicas, fisiológicas y psíquicas del hombre brindándole adecuadas condiciones de confort; y la segunda, hacer el edificio suficientemente autoprotegido de modo que tenga una larga vida útil, resultando de ese modo un producto tecnológico económicamente ventajoso.

No obstante, en Chile se observa una casi total despreocupación por muchos de estos aspectos, no sólo de parte de los profesionales de la construcción, sino también de los sectores que legislan, controlan y aun investigan en este campo.

No es posible que se construya casi igual en puntos climáticamente tan diferentes como Antofagasta y Calama, o Valparaíso y los Andes, por citar puntos

---

\*Este trabajo, en su parte medular, ha sido presentado al Instituto de Investigaciones Tecnológicas y Normalización (INDITECNOR), cuyo proyecto de norma tiene la designación Nch 2502 a 72<sup>1</sup>.

\*\*Investigador del IDIEM y Profesor de Aislación de Edificios del Departamento de Obras Civiles de la Universidad de Chile.

separados por no más de 200 km. En la práctica apenas si se hace diferencia entre los extremos Norte, Centro y Sur del país, separados por miles de km.

Si bien es cierto que factores de incidencia tan directa y evidente como el monto de las precipitaciones hacen que sean objeto de atención las pendientes de cubierta, los desagües e impermeabilizaciones, otros factores como la aislación térmica, el soleamiento, la inercia térmica, las condensaciones, etc., casi no son tomados en cuenta, ni considerados seriamente en los proyectos.

Nuestro país, por su ubicación, configuración y orientación geográfica, presenta una amplia gama de climas.

El registro meteorológico, aun cuando para algunas localidades se hace desde hace más de un siglo, no es suficiente en cuanto al número de estaciones registradoras, no obstante que desde hace algunos años, han aumentado significativamente. Esto impide conocer cabalmente en forma cuantitativa el clima de una determinada región. Los mismos climatólogos se basan en buena medida en otros criterios, tal como lo que se da en llamar "la respuesta vegetal".

En el presente trabajo el autor propone, desde un punto de vista global, dividir el país en un mínimo de zonas, tales que, si bien rigurosamente hablando puedan presentar ciertas diferencias en sus parámetros climáticos, no obstante desde el punto de vista del edificio habitacional y su construcción, sean similares.

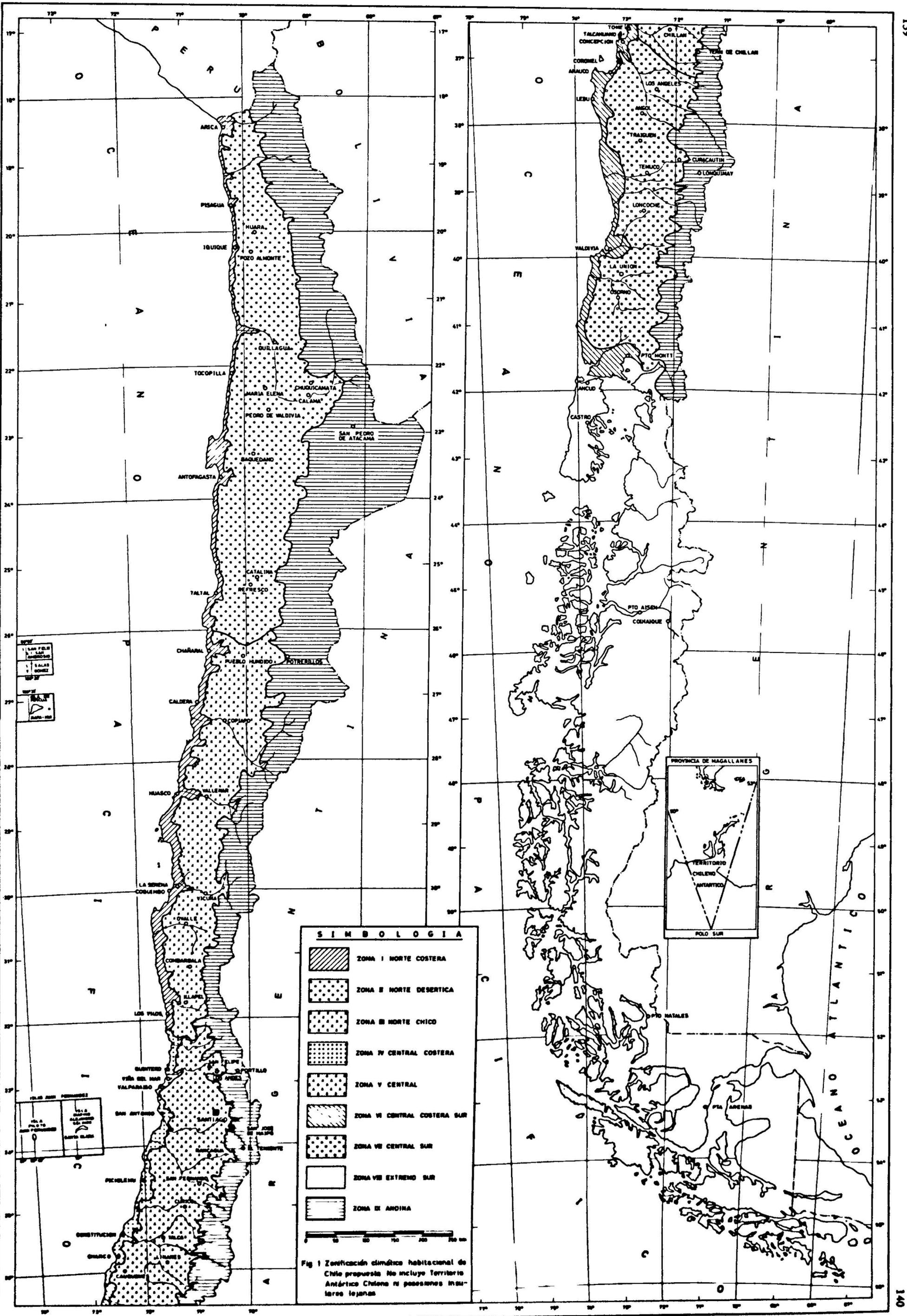
## ZONIFICACION CLIMATICA-HABITACIONAL

Distintos autores, para propósitos específicos, diversos al nuestro, han realizado interesantes trabajos de clasificación y registro climático, que bien pueden servir de apoyo.

Así, Fuenzalida P. H.<sup>2,3</sup> ha hecho un concienzudo estudio del país, en base a la clasificación climática de Köppen, llegando a diferenciar casi 20 tipos de climas. Antonioletti y col.<sup>4</sup>, en fecha reciente han realizado igualmente un prolijo trabajo para el Norte Chico. Anteriormente, y con propósitos de utilización en la agricultura, Almeyda y col.<sup>5</sup> habían publicado una recopilación extensa de datos y mapas sinópticos. Keller<sup>6</sup> describe no menos de 54 zonas agrícolas distintas a través del territorio. Por otro lado la Fuerza Aérea de Chile (FACH)<sup>7</sup>, a través de su Oficina Meteorológica, ha hecho una exhaustiva recopilación de registros para una serie de estaciones a través del país, en tanto que gracias al Plan Hidrometeorológico Naciones Unidas-Gobierno de Chile<sup>8</sup>, I. Font publicó un resumen de los registros existentes desde 1916 a 1945.

Por otra parte, en el campo de la arquitectura y construcción también hay algunos puntos de apoyo: Rodríguez<sup>9,10,11</sup> ha hecho un análisis sobre la aislación térmica en Chile, y más recientemente sobre los efectos del clima en la construcción<sup>12</sup>.

Otros autores han aportado temas diversos: Stuvén<sup>13</sup> publicó un conjunto de gráficos para el cálculo del recorrido solar aplicable a las principales ciudades a lo



**SIMBOLOGIA**

|  |                             |
|--|-----------------------------|
|  | ZONA I NORTE COSTERA        |
|  | ZONA II NORTE DESERTICA     |
|  | ZONA III NORTE CHICO        |
|  | ZONA IV CENTRAL COSTERA     |
|  | ZONA V CENTRAL              |
|  | ZONA VI CENTRAL COSTERA SUR |
|  | ZONA VII CENTRAL SUR        |
|  | ZONA VIII EXTREMO SUR       |
|  | ZONA IX ANDIRA              |

Fig 1 Zonificación climática habitacional de Chile propuesta. No incluye Territorio Antártico Chileno ni posesiones insulares lejanas.

TABLA I  
LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL CLIMA POR ZONAS

| Zona | Límites   | Características generales   |
|------|---|---|
| I    | <i>Norte Costera:</i><br>Se extiende desde el límite con el Perú hasta el río Aconcagua, ocupando la faja costera al lado occidental de la Cordillera de la Costa, hasta donde se deja sentir directamente la influencia del mar. En los valles que rematan los ríos y quebradas se producen penetraciones de esta zona hacia el interior. Ancho variable entre unos pocos km y 50 aproximadamente. | Zona desértica con clima dominante marítimo. Nubosidad y humedad que disipa al medio día. Soleamiento fuerte en las tardes. Lluvias nulas en el norte y débiles en el sur. Vientos de componente W. Atmósfera y suelo salino. Vegetación nula o escasa. |
| II   | <i>Norte Desértica:</i><br>Ocupa la planicie comprendida entre ambas cordilleras, de la Costa y de los Andes. Por el norte el límite con el Perú y por el sur a la altura de Pueblo Hundido la línea que une Potrerillos con Chañaral. Como límite oriental puede considerarse la línea de nivel 3000 m.  | Zona desértica, sin lluvias, calurosa. Atmósfera limpia con fuerte radiación solar. Noches frías, ambiente seco. Vegetación nula. La cruza el río Loa donde se forma un angosto microclima.   |
| III  | <i>Norte Chico:</i><br>Ocupa la región de los valles transversales al oriente de la zona I, excluida la Cordillera de los Andes por sobre 400 m y desde Pueblo Hundido hasta el valle del río Aconcagua, excluido.  | Cordones y valles transversales. Veranos largos y calurosos. Microclimas en los valles. Lluvias escasas aumentando hacia el sur. Fuerte radiación solar. Escasa nubosidad. Vegetación en aumento.   |
| IV   | <i>Central Costera:</i><br>Cordón costero continuación de zona I desde el Aconcagua hasta el valle del Bío-Bío. Penetra ampliamente en los anchos valles que abren las desembocaduras de los ríos.  | Zona con clima marítimo. Inviernos cortos. Nubosidad en verano disipa a medio día. Lluvias importantes. Vientos del W. Suelo y ambiente salino. Vegetación normal.  |
| V    | <i>Central:</i><br>Valle central comprendido entre la zona IV y la precordillera de los Andes por debajo de los 1000 m. Por el norte el valle del Aconcagua y por el sur el valle del Bío-Bío, excluido.  | Zona del valle longitudinal cruzada por ríos importantes. Temperatura agradable. Inviernos de 4 a 6 meses. Lluvia y vegetación normal. Heladas en aumento.  |
| VI   | <i>Central Costera Sur:</i><br>Continuación de la zona IV por la costa desde Arauco hasta el canal de Chacao y Puerto Montt. Variable en anchura, penetrando por los valles de los numerosos ríos que la cruzan.  | Zona de clima marítimo y lluvioso. Vientos fuertes de componente W. Suelo y ambiente salino y húmedo. Vegetación robusta.   |
| VII  | <i>Central Sur:</i><br>Continuación del valle central desde el valle del Bío-Bío incluido, hasta la ensenada de Reloncaví. Hacia el este hasta la Cordillera de los Andes, por debajo de los 600 m.   | Zona lluviosa y fría, con heladas frecuentes. Veranos cortos de 4 a 5 meses. Lagos y ríos numerosos. Vegetación robusta.  |
| VIII | <i>Extremo Sur:</i><br>La constituye la región de los canales y archipiélagos desde Chiloé a Tierra del Fuego. Contiene una parte continental hacia el oriente.   | Zona fría y muy lluviosa, disminuyendo de W a E. Clima especialmente marítimo. Fuertes vientos. Nubosidad casi permanente. Veranos muy cortos. Suelo y ambiente muy húmedo. Vegetación muy robusta.   |
| IX   | <i>Andina:</i><br>Comprende la faja cordillerana y precordillerana superior a los 3000 m de altitud en el norte (zona altiplánica) que bajando paulatinamente hacia el sur se pierde al sur de Lonquimay, 900 m.  | Zona de atmósfera seca, grandes oscilaciones de temperatura entre día y noche. Tormentas de verano en el altiplano (norte). Ventiscas y nieve en invierno. Vegetación de altura. Gran contenido de ultravioleta en la radiación solar.                  |

largo de Chile; el Ministerio de la Vivienda y Urbanismo<sup>14</sup> se ha referido a aspectos generales de habitabilidad y sanidad en los edificios; Jacobi y col.<sup>15</sup> hicieron un interesante estudio sobre balance térmico en viviendas CORVI, etc.

A nivel de memorias de título y, por tanto, sin gran difusión, conocemos algunos trabajos como una discusión general sobre clima y diseño, de Armijo<sup>16</sup>; incidencia económica de la aislación en una vivienda DFL 2, de Bezanilla y Solminihac<sup>17</sup>; aislantes térmicos, de Amenabar<sup>18</sup>; etc.

En todo caso, tomando en cuenta todos los criterios y datos conocidos y apoyándose en la discusión previa hecha por el autor<sup>12</sup>, aparecen básicamente nueve zonas características, que hemos llamado "zonas climático-habitacionales".

Naturalmente sus límites no son nítidos y es posible encontrar engarzados en ellas otros microclimas más o menos extensos. Ello será materia de trabajos futuros. También será posible agregar otras subdivisiones de zonas actualmente poco pobladas, tal como debe ocurrir en la zona austral donde hay marcadas diferencias entre la región marítima de los canales y la región cordillerana y transcordillerana. Todo esto corresponde al Chile continental, siendo materia de estudios posteriores el Territorio Antártico y las posesiones insulares.

### Descripción de las nueve zonas básicas

Las nueve zonas climático-habitacionales, son las que se muestran en el mapa de la Fig. 1 y se describen en Tabla I.

## CARACTERISTICAS CLIMATICAS

Ya en la Tabla I se describen a grandes rasgos las generalidades climáticas de cada zona. En un artículo anterior del autor<sup>12</sup> se hace una descripción más detallada citando la bibliografía pertinente. Atendiendo a problemas de espacio, resumimos en la Tabla II las características climáticas más interesantes para nuestro propósito, reproduciendo para cada zona los valores medios registrados en por lo menos dos localidades distantes dentro de cada zona.

Se dan para ellas, en meses de condiciones extremas (enero, mes más caluroso, y julio, mes más frío\*) la temperatura media mensual y la oscilación diaria mensual<sup>12</sup> expresadas en °C; la insolación o radiación solar que llega al suelo expresada en cal/cm<sup>2</sup>/día obtenida de Dubosi y Ulriksen y de datos proporcionados por Ulriksen, P.<sup>20</sup>, y que dan un índice de la eficiencia con que debe proyectarse el edificio para hacer frente al impacto solar<sup>21</sup>. Se agrega, luego, las horas por día de soleamiento para cada localidad, calculadas del Anuario Astronómico<sup>22</sup>.

---

\*Si bien, respecto a las temperaturas, enero y julio son generalmente los meses más cálido y frío respectivamente (pues los solsticios caen a fines de junio y diciembre) no siempre son meses extremos para otros parámetros. No obstante con fines de no complicar la comparación lo mantenemos así pues en todo caso las diferencias son pequeñas.

TABLA II  
CARACTERISTICAS CLIMATICAS DE LAS ZONAS

| Zona                     | Localidades más importantes   | Temperatura °C |                   |      | Insoleación cal/cm <sup>2</sup> /día |        | Soleamiento horas sol/día |         | Humedad % |    | Nubosidad décimas |      | Precipitación mm |            | Vientos predomin. | Heladas |                | Nieve días/año | Salinidad |       | Altura m |  |
|--------------------------|---|----------------|-------------------|------|--------------------------------------|--------|---------------------------|---------|-----------|----|-------------------|------|------------------|------------|-------------------|---------|----------------|----------------|-----------|-------|----------|--|
|                          |   | media          | oscilación diaria |      | E                                    | J      | 21 Dic.                   | 21 Jun. | E         | J  | E                 | J    | anual            | máx. 1 día |                   | meses   | Nº/año         |                | atmosf.   | suelo |          |  |
| 1                        | 2   | 3              | 4                 | 5    | 6                                    | 7      | 8                         | 9       | 10        | 11 | 12                | 13   | 14               | 15         | 16                | 17      | 18             | 19             | 20        | 21    | 22       | 23                                     |
| I<br>Norte<br>Costera    | Arica   | 20,5           | 14,9              | 7,3  | 5,0                                  | ~ 600  | 250                       | 13,3    | 10,9      | 72 | 75                | 4,0  | 7,6              | 2,6        | 12,8              | S       | 0              | 0              |           | si    |          | < 500 m en el norte, < 300 m en el sur |
|                          | Pisagua<br>Iquique<br>Tocopilla<br>Antofagasta<br>Taltal<br>Chañaral<br>Caldera<br>Huasco<br>La Serena<br>Coquimbo<br>Los Vilos | muy caluroso   | templado          | baja | baja                                 | fuerte | baja                      |         |           |    | alta              | alta | mediana          | baja       |                   |         | no             | 0              | no        | si    | si       |  |
| II<br>Norte<br>Desértica | Huara   | 16,9           | 8,0               | 17,6 | 20,2                                 | ~ 610  | ~ 340                     | 13,5    | 10,5      |    | 36                |      |                  | ~ 45       |                   |         | May-Oct        |                |           | no    |          | > 700 m < 3000 m                       |
|                          | Pozo Almonte<br>Calama<br>Quillagua<br>M. Elena<br>Baquedano<br>Catalina<br>Refresco  | caluroso       | frio              | alta | alta                                 | fuerte | normal                    |         |           |    | baja              | baja | muy baja         | muy baja   |                   |         | si, hacia el E | 0              | 0         | no    | si       |  |
| III<br>Norte<br>Chico    | Pueblo Huido  | 19,2           | 11,8              | 16,7 | 18,0                                 | ~ 600  | ~ 300                     | 13,6    | 10,4      | 45 | 40                | 1,7  | 1,8              | 9          |                   | S.W y N | 0              | 0              |           |       |          | > 400 m < 2500 m                       |
|                          | Copiapó<br>Vallepar<br>Vicuña<br>Osorno<br>Combarbalá<br>Illapel  | muy caluroso   | frio              | alta | media                                | fuerte | normal                    |         |           | 61 | 69                | baja | baja             | 24         |                   |         | Jun Ago        |                | 0         | no    | no       |  |

TABLA II (Continuación)  
CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE LAS ZONAS

| Zona | Localidades más importantes   | Temperatura °C |      |                   |      | Insolación cal/cm <sup>2</sup> /día |       | Soleamiento horas sol/día |         | Humedad % |    | Nubosidad décimas |     | Precipitación mm |            | Vientos predomin. | Heladas |        | Nieve días/año | Salinidad |       | Altura m            |
|------|---|----------------|------|-------------------|------|-------------------------------------|-------|---------------------------|---------|-----------|----|-------------------|-----|------------------|------------|-------------------|---------|--------|----------------|-----------|-------|---------------------|
|      |   | media          |      | oscilación diaria |      | E                                   | J     | 21 Dic                    | 21 Jun. | E         | J  | E                 | J   | anual            | máx. 1 día |                   | meses   | Nº/año |                | atmós.    | suelo |                     |
|      |   | E              | J    | E                 | J    | E                                   | J     | E                         | J       | E         | J  | E                 | J   | E                | J          | 18                | 19      | 20     | 21             | 22        | 23    |                     |
| 1    | 2   | 3              | 4    | 5                 | 6    | 7                                   | 8     | 9                         | 10      | 11        | 12 | 13                | 14  | 15               | 16         | 17                | 18      | 19     | 20             | 21        | 22    | 23                  |
| IV   | Quinteros<br>Viña del Mar<br>Valparaíso<br>San Antonio<br>Pichilemu<br>Constitución<br>Chanco         | 17,8           | 11,4 | 9,2               | 7,3  | ~ 520                               | ~ 160 | 14,2                      | 9,9     | 70        | 78 | 4,0               | 6,1 | 463              | 171        | S-W               | 0       | 0      | 0              | si        | si    | < 250 m             |
| V    | San Felipe<br>Los Andes<br>Santiago<br>Rancagua<br>Curicó<br>Talca<br>Linares<br>Cauquenes<br>Chillán | 20,7           | 7,9  | 17,0              | 11,3 | 570                                 | ~ 130 | 14,3                      | 9,8     | 52        | 79 | 1,7               | 5,8 | 367              | 103        | N-W               | Jun-Sep | 15     | 0,7            | no        | no    | > 100 m<br>< 1000 m |
| VI   | Tomé<br>Concepción<br>Talcahuano<br>Coronel<br>Arauco<br>Lebu<br>Valdivia<br>Puerto Montt             | 19,3           | 8,1  | 17,9              | 8,3  | ~ 580                               | ~ 130 | 14,6                      | 9,6     | 54        | 81 | 2,8               | 6,4 | 1033             | 118        | S                 | May-Sep | 23     | 0              | si        | no    | < 200 m             |
|      |   | 16,6           | 8,7  | 14,2              | 8,5  | 580                                 | 150   | 14,5                      | 9,5     | 75        | 88 | 3,7               | 7,4 | 1338             | 174        | S-W               | Jul-Sep | < 5    | 0              | si        | no    | < 200 m             |
|      |   | 16,7           | 7,4  | 12,8              | 6,2  | ~ 500                               | 90    | 14,9                      | 9,2     | 70        | 89 | 3,7               | 7,4 | 2490             | 174        | N y S             | Jun-Sep | 12     | 0              | si        | no    | < 200 m             |

TABLA II (Continuación)  
CARACTERISTICAS CLIMATICAS DE LAS ZONAS

| Zona                   | Localidades más importantes | Temperatura °C |                   |      | Insolación cal/cm²/día |       | Soleamiento horas sol/día |         | Humedad % |    | Nubosidad décimas |     | Precipitación mm |            | Vientos predomin. | Heladas |         | Nieve días/año | Salinidad |       | Altura m           |                       |
|------------------------|-----------------------------|----------------|-------------------|------|------------------------|-------|---------------------------|---------|-----------|----|-------------------|-----|------------------|------------|-------------------|---------|---------|----------------|-----------|-------|--------------------|-----------------------|
|                        |                             | media          | oscilación diaria |      | E                      | J     | 21 Dic.                   | 21 Jun. | E         | J  | E                 | J   | anual            | máx. 1 día |                   | meses   | Nº/año  |                | atmosf.   | suelo |                    |                       |
|                        |                             |                | E                 | J    |                        |       |                           |         |           |    |                   |     |                  |            |                   |         |         |                |           |       |                    | E                     |
| 1                      | 2                           | 3              | 4                 | 5    | 6                      | 7     | 8                         | 9       | 10        | 11 | 12                | 13  | 14               | 15         | 16                | 17      | 18      | 19             | 20        | 21    | 22                 | 23                    |
| VII<br>Central<br>Sur  | Los Angeles                 | 18,0           | 7,4               | 16,5 | 7,5                    | 520   | 130                       | 14,7    | 9,3       | 60 | 86                | 3,2 | 7,4              | 1208       | 137               | S       | May-Sep | 19             | 0,4       |       |                    |                       |
|                        | Traiguén                    |                |                   |      |                        |       |                           |         |           |    |                   |     |                  |            |                   |         |         |                |           |       |                    |                       |
|                        | Angol                       |                |                   |      |                        |       |                           |         |           |    |                   |     |                  |            |                   |         |         |                |           |       |                    |                       |
|                        | Curacautín                  |                | templado          |      |                        |       |                           |         |           |    |                   |     |                  |            |                   |         |         |                |           |       |                    |                       |
|                        | Temuco                      |                |                   |      |                        |       |                           |         |           |    |                   |     |                  |            |                   |         |         |                |           |       |                    |                       |
|                        | Loncoche                    |                |                   |      |                        |       |                           |         |           |    |                   |     |                  |            |                   |         |         |                |           |       |                    |                       |
|                        | Ozorno                      | 14,9           | 6,3               | 17,2 | 7,6                    | < 450 | ~ 100                     | 15,0    | 9,1       | 70 | 86                |     |                  | 1330       |                   | Mar-Oct | 38      | 0,5            | no        | no    | > 100 m<br>< 700 m |                       |
| VIII<br>Extremo<br>Sur | Ancud                       | 13,8           | 7,9               | 6,5  | 4,7                    | 450   | 90                        | 15,1    | 9,0       | 82 | 87                | 6,1 | 7,8              | 2148       | 119               | N y W   | May-Sep | ~ 18           | 0,1       |       |                    |                       |
|                        | Castro                      |                |                   |      |                        |       |                           |         |           |    |                   |     |                  |            |                   |         |         |                |           |       |                    |                       |
|                        | Aysén                       | 14,1           | 4,5               | 7,6  | 5,0                    | ~ 450 | ~ 80                      | 15,5    | 8,5       | 76 | 90                | 7,8 | 8,2              | 2940       | 171               | S-W     | Abr-Oct | > 20           |           |       |                    |                       |
|                        | Puerto Natales              |                |                   |      |                        |       |                           |         |           |    |                   |     |                  |            |                   |         |         |                |           |       |                    |                       |
|                        | Punta Arenas                | 11,2           | 2,2               | 8,2  | 4,7                    | 490   | 80                        | 16,8    | 7,4       | 68 | 80                | 6,7 | 5,9              | 416        | 98                | W       | Abr-Oct | 52             | 18        | si    | no                 | < 500 m               |
| IX<br>Andina           | Potrerillos                 | 13,7           | 8,5               | 8,6  | 8,3                    | > 600 | > 300                     | 13,7    | 10,4      | 39 | 23                | 1,5 | 2,4              | 62         | 114               | S-W y E | May-Oct | 15             | 2,1       |       |                    | > 3000 m<br>en el N   |
|                        | El Teniente                 | 15,5           | 4,3               | 9,7  | 8,4                    | ~ 560 | ~ 200                     | 14,4    | 9,8       | 40 | 61                | 2,0 | 5,2              | 1073       | 159               | N-E     | Feb-Nov | 68             | 37        | no    | no                 | > 1000 m<br>en Centro |
|                        | Lonquimay                   | 15,5           | 1,5               | 20,9 | 9,4                    | ~ 580 | ~ 150                     | 14,8    | 9,4       | 59 | 82                | 3,5 | 7,8              | 1850       | 129               | S y S-W | Ene-Dic | 145            | 28        |       |                    | > 800 m<br>en el S    |

Los valores numéricos corresponden a parámetros climáticos de las ciudades señaladas en cursiva.

Puede verse que a medida que se avanza hacia el sur, los días son más largos en verano y más cortos en invierno lo que explica el hecho de que en verano la insolación diaria no disminuya drásticamente, pues la disminución del valor instantáneo, debido a la menor altura del sol, se compensa con la mayor duración del sol sobre el horizonte. Los valores están dados en horas de sol para los solsticios de verano e invierno respectivamente.

Luego se agregan los valores de humedad obtenidos simplemente del término medio de las humedades medias tomadas a las 8, 14 y 20 horas respectivamente y que aparecen en los Anuarios Meteorológicos<sup>7</sup> o en Climatología de Chile<sup>8</sup>. Estas mismas fuentes de datos se usaron para las temperaturas, para la nubosidad, la precipitación y los vientos.

Se anota luego una columna de heladas, en la cual se indican los meses en que ellas se producen (normalmente temperaturas  $< 0^{\circ}\text{C}$  en la caseta meteorológica<sup>23</sup>) y el número medio de heladas por año<sup>23</sup>. Estas tienen importancia puesto que los problemas de condensaciones en el interior de la vivienda, en los áticos e incluso dentro de muros y elementos constructivos huecos producen toda una derivación de problemas higrotérmicos y de deterioro en esas épocas.

Las columnas nieve y salinidad dan un índice de que es necesario tomar medidas en contra de sus efectos.

Es necesario dejar constancia que la última zona (IX, Andina) no es una de características climáticas únicas<sup>3</sup>, debido a la amplia gama de latitudes y de altura sobre el nivel del mar que presenta. En realidad nosotros la hemos colocado para completar la unidad del país, pero en sí, desde el punto de vista de la construcción, constituye más bien una alerta en el sentido que sus condiciones son muy severas y que las exigencias del edificio dependen particularmente de las condiciones climáticas particulares del valle o región donde se vaya a edificar.

En general en esta Tabla se ha colocado, junto a los valores numéricos, una apreciación cualitativa y relativa de cada parámetro. Esta apreciación se ha hecho según la pauta que sigue: Se califica de *muy caluroso* cuando la temperatura media es superior a  $19^{\circ}\text{C}$ ; *caluroso*, entre  $17^{\circ}$  y  $19^{\circ}\text{C}$ ; *templado*, entre  $12^{\circ}$  y  $17^{\circ}\text{C}$ ; *frío*, entre  $7^{\circ}$  y  $12^{\circ}\text{C}$ , y *muy frío*, por debajo de  $7^{\circ}\text{C}$ . La oscilación diaria es *alta* con fluctuaciones superiores a  $15^{\circ}\text{C}$ ; *media*, entre  $9^{\circ}$  y  $14^{\circ}\text{C}$ , y *baja*, para menos de  $8^{\circ}\text{C}$ . La insolación es *fuerte* con más de  $550\text{ cal/cm}^2/\text{día}$ ; *normal*, entre 250 y 500; *baja*, entre 150 y 250, y *muy baja*, con menos de  $150\text{ cal/cm}^2/\text{día}$ . La humedad relativa se considera *muy alta* por encima de 80%; *alta*, entre 65 y 80%; *normal*, entre 45 y 65%; *baja*, entre 35 y 45%, y *muy baja*, por debajo de 35%. La nubosidad es *muy alta* desde 8 a 10 décimas; *alta*, entre 6 y 8; *mediana*, de 4 a 6 décimas; *baja*, de 2 a 4 décimas, y *muy baja*, entre 0 y 2. La precipitación anual se califica de *muy baja* cuando es inferior a 50 mm; *baja*, entre 50 y 150 mm; *media*, entre 200 y 500 mm; *alta*, entre 600 y 1200 mm, y *muy alta*, cuando es superior a 1200 mm.

## CARACTERISTICAS DEL EDIFICIO Y SUS MATERIALES

En la Tabla III se muestran las características globales del edificio en tanto que la Tabla IV, explicativa por sí misma, recomienda los tipos de materiales, en orden decreciente de importancia, que se producen o encuentran en cada zona o sus cercanías, según información obtenida de CORFO<sup>24</sup>.

Es de hacer notar que en este trabajo nos referiremos especialmente a la edificación masiva, que es la que tiene impacto nacional o regional. Ello no es impedimento para que muchos de estos análisis, recomendaciones o soluciones, no sean aplicables a otros tipos de edificación habitacional, verbigracia la de gran altura.

TABLA III

REQUISITOS GENERALES DE MATERIALES Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS PARA CADA ZONA

| Zona | Transmitancia térmica<br>máxima kcal/m <sup>2</sup> °C h |           | Pendiente de cubiertas % |      | Materiales resistentes a |       |       | Calefacción*    | Orientación de<br>aleros y/o<br>protección solar |
|------|--|-----------|--------------------------|------|--------------------------|-------|-------|-----------------|--|
|      |  |           | superficie               |      | humedad                  |       | sales |                 |  |
|      | muros perím.   | techumbre | rugosa                   | lisa | aire                     | suelo |       |                 |  |
| I    | 2,24   | 0,69      | 10                       | 5    | si                       | —     | si    | no              | W**  |
| II   | 1,81   | 0,69      | 10                       | 5    | —                        | —     | si    | no <sup>o</sup> | E** y W**  |
| III  | 1,81   | 0,69      | 15                       | 8    | —                        | —     | —     | no <sup>o</sup> | E** y W**  |
| IV   | 1,72   | 0,77      | 20                       | 10   | si                       | si    | si    | si              | E y W  |
| V    | 1,63   | 0,77      | 15                       | 8    | si                       | si    | —     | si              | E**, W** y N                                     |
| VI   | 1,55   | 0,86      | 30                       | 15   | si                       | si    | si    | si              | W y N  |
| VII  | 1,46   | 0,77      | 30                       | 20   | si                       | si    | si    | si              | E y N  |
| VIII | 1,38   | 0,60      | 35                       | 25   | si                       | si    | si    | si              | — — —  |
| IX   | 1,4  | 0,60      | 40                       | 30   | —                        | si    | —     | si              | W** y N  |

\* Debe usarse calefacciones con expulsión de gases al exterior<sup>26</sup>.

<sup>o</sup> Uso eventual en regiones altas.

\*\* Conviene proteger muros y cubiertas del impacto solar con colores blancos o claros y superficies lisas.

En la Tabla III se da en la primera columna la transmitancia térmica mínima recomendable para la zona. Este valor, que no es otra cosa que una exigencia de mínima aislación térmica de la envolvente, es función de la conductividad térmica  $\lambda$  y del espesor  $e$  del muro perimetral. Su valor, por ejemplo para Santiago, zona V, vale 1,63 kcal/m<sup>2</sup> °C h. ¿Qué espesor del muro de ladrillo a la vista sería necesario para cumplir con este valor? El cálculo es simple si se conoce el valor de la conductividad del ladrillo:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i} + \sum \frac{e}{\lambda}}$$

donde:  $U$  = transmitancia térmica = 1,63 kcal/m<sup>2</sup> °C h

$h_e$  = coeficiente superficial externo

$h_i$  = coeficiente superficial interno

$\lambda$  = conductividad térmica

$e$  = espesor muro

TABLA IV  
RECOMENDACIONES PARA EL USO DE MATERIALES, EN ORDEN DECREciente DE CALIDADES,  
EXISTENTES EN CADA ZONA O SUS INMEDIACIONES<sup>24</sup>

| Zona*          | Fundaciones                            | Muros perimetrales  | Techumbre, cerchas                        | Cubiertas   | Puertas y ventanas  | Pisos o pavimentos   |
|----------------|--|---|---|---|---|--|
| I, II<br>y III | Hormigón                               | Ladrillos<br>Bloques hormigón<br>Paneles industrializados                   | Madera impregnada<br>Perfiles metálicos⊕☆ | Planchas de fibrocemento<br>Tejas<br>Losas de hormigón<br>Filtro mineralizado○            | Madera<br>Perfiles acero⊕☆<br>Perfiles aluminio⊕☆                       | Plástico<br>Madera o parquet<br>Baldosas□<br>Radier afinado□ |
| IV y<br>V      | Hormigón                               | Ladrillos<br>Paneles industrializados<br>Bloques hormigón<br>Madera tratada | Madera impregnada<br>Perfiles metálicos⊕☆ | Planchas de fibrocemento<br>Tejas<br>Losas<br>Fierro galvanizado☆<br>Filtro mineralizado○ | Madera<br>Perfiles plásticos<br>Perfiles acero⊕☆<br>Perfiles aluminio⊕☆ | Parquet o madera<br>Plástico<br>Baldosas□                    |
| VI y<br>VII    | Hormigón<br>Poyos de<br>madera tratada | Ladrillos<br>Madera tratada<br>Bloques hormigón                             | Madera impregnada<br>Perfiles metálicos⊕☆ | Tejas<br>Fibrocemento<br>Tejuelas madera<br>Fierro galvanizado☆                           | Madera<br>Perfiles plásticos<br>Perfiles acero⊕☆<br>Perfiles aluminio⊕☆ | Parquet o madera<br>Plástico□<br>Baldosas□                   |
| VIII           | Hormigón<br>Poyos de<br>madera tratada | Ladrillos<br>Madera   | Madera impregnada                         | Tejas<br>Tejuelas madera<br>Asbesto cemento<br>Fierro galvanizado                         | Madera  | Madera<br>Parquet<br>Plástico                                |

\* La zona cordillerana IX, no se incluye. Los materiales a usar dependerán de cada caso particular.

⊕ Deben usarse con precauciones para no causar puentes térmicos.

☆ Deben protegerse de la corrosión climática.

○ No recomendable si no puede protegerse de la radiación solar.

□ No usar en dormitorios y piezas de estar, primer piso.

$$e = \lambda \left[ \frac{1}{U} - \left( \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} \right) \right]$$

de norma INDITECNOR Nch 853<sup>25</sup> obtenemos los siguientes valores:

$\lambda$  ladrillo = 0,5 kcal m/m<sup>2</sup> °C h

$(1/h_i + 1/h_e) = 0,2$  m<sup>2</sup> °C h/kcal (cuando la velocidad del viento sobre el muro es < 7 km/h)

luego  $e = 0.20$  m = 20 cm

Significa esto que para la zona V debe usarse como mínimo un muro de ladrillo de 20 cm de espesor o su "equivalente térmico" en otros materiales.

Similar cálculo se puede hacer para la techumbre.

Las siguientes dos columnas dan la pendiente mínima de cubiertas recomendables según el tipo a usar. En general llamamos de superficie lisa a la plancha metálica ondulada o plana, y rugosa al resto de los materiales: tejas, tejuelas, fibrocemento, etc.

La columna materiales resistentes a la humedad, se refiere tanto a la humedad del aire como del suelo en que la absorción de la humedad puede ser por higroscopicidad (maderas, ladrillos, etc.), o por capilaridad, desde el suelo o de la lluvia que azota los muros. Se agrega también una columna resistencia a las sales, que pueden estar presentes tanto en el suelo como en el aire y que deterioran especialmente las armaduras metálicas y otros elementos del mismo material. La presencia de sales también juega un papel importante en la confección y calidad del hormigón.

La columna calefacción se refiere a la necesidad de que se deje reservado o construido un lugar para la instalación de calefacción. Cuando no se toma esta medida, el usuario debe comprar o instalar la calefacción por su cuenta y generalmente elige soluciones inadecuadas, ineficientes o insalubres. Siendo éste un tema largo y más complejo de lo que a primera vista se cree, conviene remitirse a la bibliografía especializada\*.

La columna orientación de aleros y/o protección solar se refiere a la protección que es conveniente colocar en muros y ventanas orientadas hacia cierta dirección, con el fin de evitar el impacto solar. Recuérdese que si éste es muy intenso, especialmente en verano, no hay aislación ni inercia térmica económicamente eficiente que evite sus efectos. En tal caso el sombreo de los muros y especialmente ventanas o superficies vidriadas, por medio de aleros generosos, quiebra soles, árboles adecuados o cáscaras protectoras, es indispensable. Ayuda a ello el hacer las superficies lo más reflectantes posibles.

Finalmente la columna inercia térmica da una apreciación sobre la inercia que deben tener los muros, cuyo ideal sería conseguir un retardo de aproximadamente 12 h<sup>12</sup>.

---

\*El autor tiene en publicación un artículo que analiza más detalladamente este aspecto<sup>26</sup>.

## CONCLUSIONES

1. Considerando los variados factores climáticos que directa o indirectamente afectan el edificio y su ambiente interior, puede afirmarse que en Chile no se construye en forma racional ni científica.
2. A este respecto y dada la variedad de climas que presenta el país, se hace necesario una zonificación, que hasta el momento no se ha hecho.
3. En el presente trabajo se propone una división en nueve zonas climático-habitacionales, a saber: I, Norte Costera; II, Norte Desértica; III, Norte Chico; IV, Central Costera; V, Central; VI, Central Costera Sur; VII, Central Sur; VIII, Extremo Sur; y IX, Andina. De estas regiones tienen principal importancia las I, III, IV, V, VI y VII por tener una alta concentración habitacional\*.
4. Para cada una de estas zonas se proponen exigencias generales que deberán cumplir los edificios construídos en ellas, tanto los que debe incluir el diseño como los que deben cumplir los materiales y elementos constructivos que entran en su construcción.
5. Dichas exigencias deberían tener carácter obligatorio, para lo cual el autor ha propuesto al INDITECNOR el estudio de la norma pertinente.
6. Los organismos que construyen o financian la edificación, especialmente masiva: Corporación de la Vivienda (CORVI), Asociaciones de Ahorro y Préstamo, Sociedades Constructoras de Establecimientos, etc., debieran estudiar detenidamente estas proposiciones y sus derivaciones y exigir las en sus hojas de especificaciones.
7. Igual cosa debiera hacerse por parte de las autoridades del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo y de las Municipalidades, e integrarlas convenientemente a la Ordenanza General de Construcciones.

## AGRADECIMIENTOS

El autor deja especial constancia por la colaboración prestada en la discusión del trabajo a los Srs. Constantino Jacoby J. y José Rutllant. Al Sr. Pablo Ulriksen por las numerosas consultas y datos que oportunamente facilitó.

## REFERENCIAS

1. INDITECNOR. Comité Acondicionamiento Ambiental, especialidad, Arquitectura y Construcción: Anteproyecto de norma NCh 2502 a 72, *Clasificación de Chile en zonas climático-habitacionales y recomendaciones constructivas*.

---

\*Debe recordarse que esta zonificación no incluye el Territorio Antártico Chileno ni las posesiones insulares de ultramar.

2. FUENZALIDA, H. *Clima. Geografía Económica de Chile*. CORFO, Santiago, 1965 y Apéndice, 1966.
3. FUENZALIDA, H. *Climatología de Chile*. Departamento de Geofísica y Geodesia, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, U. de Chile, Santiago, 1971.
4. ANTONIOLETTI, R. ET AL. *Características climáticas del Norte Chico*. Instituto de Investigaciones y Recursos Naturales, IREN, Santiago, 1972.
5. ALMEYDA, E. y SAEZ, F. *Recopilación de datos climáticos de Chile y mapas sinópticos respectivos*. Ministerio de Agricultura, Santiago, 1958.
6. KELLER, C. *Revolución en la agricultura*. Ed. Zig-Zag, Santiago, 1956.
7. FUERZA AEREA DE CHILE. Oficina Meteorológica, *Anuarios Meteorológicos*, años 1950 a 1970.
8. GOBIERNO DE CHILE. Proyecto Hidrometeorológico Naciones Unidas, *Climatología de Chile*, Fascículo I, período 1916-1945, Santiago, 1964.
9. RODRIGUEZ J., G. Sobre la aislación térmica en la construcción, *Revista del IDIEM*, vol. 6, n° 1, 1967.
10. RODRIGUEZ J., G. *La aislación térmica en la construcción nacional*. Informe N° 20, Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, Santiago, 1968.
11. RODRIGUEZ J., G. Hornos en verano, témpanos en invierno, *Revista de la Construcción*, año VI, N° 66-67, Santiago, 1967.
12. RODRIGUEZ J., G. El clima chileno y su relación con la construcción habitacional, *Revista del IDIEM*, vol. 11, n° 3, 1972.
13. STUVEN, H. *43 gráficos de trayectoria solar para ciudades de Chile y Argentina*. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, D.T.A.A., Santiago, 1971.
14. MINISTERIO DE LA VIVIENDA Y URBANISMO, CHILE. *Procedimientos para la determinación de las características sanitarias en la construcción de viviendas*, Serie I, N° 19, Santiago, 1968.
15. JACOBY J., C. y TESTA, M. *Balance térmico en la vivienda racionalizada CORVI*. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, D.T.A.A., Santiago, 1970.
16. ARMIJO, G. *Clima y diseño*. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, U. de Chile, Santiago, 1972.
17. BEZANILLA, F. y DE SOLMINIHAC, J. *Estudio de la aislación térmica en la construcción*. Escuela de Construcción Civil, U. Católica de Chile, Santiago, 1972.
18. AMENABAR, R. *Fabricación de lana mineral*. Escuela de Ingeniería, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, U. de Chile, Santiago, 1970.
19. DUBOSI, Z. y ULRIKSEN, P. Distribution of Global Radiation over Chile, *Paper N° 3/106, 1970 International Solar Energy Soc. Conference*, Melbourne, Australia.
20. ULRIKSEN, P. Sección Meteorología, Departamento de Geofísica y Geodesia, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, U. de Chile. Comunicación privada.
21. CROISSET, M. *Lygrotermique dans le batiment. Confort thermique d'hiver et de d'été. Condensations*. Ed. Eyrolles, Paris, 1968.
22. *Anuarios del Observatorio Astronómico Nacional de la U. de Chile*, Santiago, 1968.
23. RODRIGUEZ, L. *Estudio preliminar de las heladas en la zona agrícola de Chile*. U. Técnica del Estado, Santiago, 1973.
24. CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION. *Catastro Nacional 1972*, Santiago, 1973.
25. INDITECNOR NCh 853. E71. *Muros y complejos de techumbre. Cálculo de resistencia y transmitancia térmica*, Santiago, 1972.
26. RODRIGUEZ J., G. *Análisis de sistemas pequeños de calefacción*. Cartilla de Difusión Técnica SODIMAC (en publicación)

## CHILEAN CLIMATE ZONES FOR HOUSING DESIGN

### SUMMARY:

*A classification in nine zones of the climate in Chile is proposed. The characteristics of these zones determine the design, type, shape, materials and construction of the buildings.*

*There are also annexed a map with this classification, tables with climate characteristics; general design recommendations, minimum values of thermal insulation of the environment, etc.*

### NOTA DE LA REDACCION

Al entrar en prensa este número, está en vías de concretarse el cambio de nombre del Instituto Nacional de Investigaciones Tecnológicas y Normalización (INDITECNOR) por el de Instituto Nacional de Normas (INN).