



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN**

**MAPAS AUTO-ORGANIZADOS DE INDICADORES  
SOCIOECONOMICOS DE MEXICO**

**T E S I N A**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**A C T U A R I O**

**P R E S E N T A**

**CAROLINA LÓPEZ AMARO**

**ASESOR: IVÁN MEJÍA GUEVARA**

**MARZO 2008**

*A tí Arturo, porque me enseñaste a ser valiente y a confiar siempre en Dios.*

*Porque eres mi inspiración y ejemplo a seguir.*

*Para tí este trabajo.*

## AGRADECIMIENTOS

---

*A Dios.*

*A mi familia, porque siempre me ha dado su apoyo y cariño: mis papás, Manena, Jesús, Amanda, Pablo y Alfonso.*

*A Iván, por su invaluable ayuda, consejo y guía para la elaboración de este trabajo, por ser un amigo inigualable.*

*A los sinodales, que muy amablemente se tomaron el tiempo para evaluar esta tesina  
y mostraron mucho interés para conducirla a buen término;  
Dr. Pablo Pérez Añakí, Mtro. José Eliud Silva Urrutia, Dr. Luis Alejandro Tavera Pérez,  
Act. Harvey Spencer Sánchez Restrepo y Mtro. José Daniel López Barrientos.*

*A esta gran institución que es la UNAM.*

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I. REDES NEURONALES: EL MODELO DE KOHONEN.</b>	<b>5</b>
1.1. INTRODUCCIÓN	5
1.2. REDES NEURONALES ARTIFICIALES.	7
1.2.1. FUNDAMENTO Y ORIGEN	8
1.2.2. ELEMENTOS DE UNA RED NEURONAL ARTIFICIAL	10
1.2.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES NEURONALES ARTIFICIALES	13
1.2.3.1. TOPOLOGÍA	13
1.2.3.2. MODOS DE OPERACIÓN	14
1.2.4. MAPAS AUTO-ORGANIZADOS DE KOHONEN	17
1.2.4.1. FUNDAMENTO BIOLÓGICO	17
1.2.4.2. ARQUITECTURA	19
1.2.4.3. ALGORITMO	21
1.2.4.4. ETAPAS EN LA FORMACIÓN DEL MAPA	22
1.2.4.5. ANÁLISIS DEL ALGORITMO DE KOHONEN	25
1.3. APLICACIONES DE LAS REDES DE KOHONEN	31
1.4. NOTAS FINALES SOBRE EL USO DE UNA RED SOM.	31
<b>CAPÍTULO 2. REGIONES SOCIOECONÓMICAS DE MÉXICO</b>	<b>33</b>
2.1. INTRODUCCIÓN	33
2.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS	34
2.3. CARACTERÍSTICAS	35
2.3.1. INDICADORES	36
2.3.1.1. SELECCIÓN.	36
2.3.1.2. DEFINICIONES	40
2.3.2. OBJETIVO DE LA METODOLOGÍA DEL INEGI	44
2.3.3. INTERPRETACIÓN DEL SENTIDO DE LAS VARIABLES	44
2.3.4. SISTEMA DE CONSULTA	45
2.4. OBSERVACIONES FINALES	46
<b>CAPÍTULO 3 FORMACIÓN DE ESTRATOS SOCIOECONÓMICOS USANDO MAPAS DE KOHONEN</b>	<b>51</b>
3.1. INTRODUCCIÓN	51
3.2. INFORMACIÓN UTILIZADA	52
3.2.1. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN PRESENTADA POR EL INEGI	53
3.2.2. REGIONES A ANALIZAR	54
3.3. FORMACIÓN DE LOS MAPAS AUTOORGANIZADOS DE INDICADORES SOCIOECONÓMICOS	56
3.3.1. PREPROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.	56
3.3.1.1. REDUCCIÓN DE DIMENSIONALIDAD	56
3.3.1.2. ELIMINACIÓN DE VARIABLES	58
3.3.1.3. NORMALIZACIÓN	60
3.3.2. ENTRENAMIENTO DE LA RED	61

3.3.3. PROPUESTAS DE ETIQUETAMIENTO	70
3.3.3.1. PROPUESTA 1.- POR LA SUMA DE LOS INDICADORES	71
3.3.3.2. PROPUESTA 2.- FORMACIÓN DE 7 CENTROIDES	75
3.3.4. ETIQUETAMIENTO DE LAS NEURONAS	80
3.3.4.1. COMPARACIÓN DE RESULTADOS A NIVEL NACIONAL	89
3.3.5. EVALUACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN	94
3.3.5.1. INDICES DE VALIDACIÓN	95
3.3.5.2. DISPERSIÓN DE LOS GRUPOS	97
3.3.5.3. OBTENCIÓN DE LOS ÍNDICES PARA LAS DISTINTAS CLASIFICACIONES	98
3.4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	109
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>115</b>
<b>APÉNDICE</b>	<b>117</b>
TABLA A. MATRIZ DE CORRELACIÓN HIDALGO	118
TABLA B. MATRIZ DE CORRELACIÓN NACIONAL.	119
TABLA C. PESOS SINÁPTICOS (PROPUESTA 1 HIDALGO)	120
TABLA D. PESOS SINÁPTICOS (PROPUESTA 2 HIDALGO)	121
TABLA E. PESOS SINÁPTICOS (PROPUESTA 1 MÉXICO)	122
TABLA F. PESOS SINÁPTICOS (PROPUESTA 2 MÉXICO)	123
TABLA G. ETIQUETAS OAXACA (PROPUESTA 1)	124
TABLA H. ETIQUETAS OAXACA (PROPUESTA 2)	125
TABLA I. ETIQUETAS HIDALGO (PROPUESTA 1)	126
TABLA J. ETIQUETAS HIDALGO (PROPUESTA 2)	127
TABLA K. ETIQUETAS NACIONAL (PROPUESTA 1)	128
TABLA L. ETIQUETAS NACIONAL (PROPUESTA 2)	129
TABLA M. CLASIFICACIÓN OAXACA	130
TABLA N. CLASIFICACIÓN HIDALGO	133
TABLA O. CLASIFICACIÓN MÉXICO	134
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>143</b>
<b>RECURSOS EN INTERNET</b>	<b>145</b>

Hoy en día, en distintos campos de la ciencia, los investigadores se encuentran con la necesidad de contar con herramientas que les permitan llevar a cabo un análisis adecuado de su información, para organizarla y poderla utilizar de una mejor forma.

En muchas áreas de investigación puede requerirse la organización de la información referente a un área específica en grupos o estructuras que tengan algún sentido. Por ello, cuando se busca realizar un agrupamiento de la información existente, se pueden utilizar distintas técnicas como el análisis de conglomerados<sup>1</sup>, análisis discriminante o el análisis de regresión logística, las cuales tienen como objetivo agrupar objetos similares en distintas categorías, mediante ciertos algoritmos.

La importancia de analizar la información requerida y su clasificación se presenta en muchos y variados ámbitos. A un nivel sencillo y común puede observarse que desde muy temprana edad, los niños son capaces de agrupar figuras geométricas según sus semejanzas, de igual forma los consumidores clasifican a las empresas y con base en estos criterios realizan sus compras. También la gente que comparte su cena en un restaurante en la misma mesa, puede ser vista como un conglomerado o grupo dentro de la extensa lista de comensales; en las tiendas de autoservicio, todos los productos están agrupados según sus características, etc.

Existe entonces una cantidad enorme de ejemplos en los cuales se lleva a cabo una tarea de clasificación de datos. En relación con algunas ramas de la ciencia, se tiene que los biólogos requieren clasificar las especies de animales en clases; en medicina se agrupan los antibióticos, las enfermedades y los síntomas; en psicología de igual forma se agrupan los síntomas, representando éstos un padecimiento; en arqueología también se establecen categorías o taxonomías de los restos encontrados.

En el campo específico de la profesión actuarial, el análisis de la información es fundamental. Por ejemplo, es de gran utilidad llevar a cabo una clasificación de datos para un correcto estudio de mercado, el cual puede incluir la segmentación del mismo, comprensión del comportamiento del comprador, oportunidades para productos nuevos, mercados de prueba, etc. Por otro lado, también se requiere este tipo de análisis cuando se trabaja con información abundante, al tratar de disminuir los datos o su dimensionalidad para ayudar a manejarla de una mejor forma. En el área demográfica, es una cuestión básica el agrupamiento de la población según sus características sociales, económicas, educativas y de salud, todo esto para establecer políticas poblacionales o crear indicadores<sup>2</sup>, así como para dar a conocer la situación del país en distintos aspectos. En finanzas, dependiendo de la información contable de las empresas, las que tengan características financieras similares pueden ser clasificadas en el mismo grupo. En el área de seguros, dentro de las mismas coberturas, los asegurados

---

<sup>1</sup> *Cluster analysis*, término utilizado por primera vez por Tyron en 1939.

<sup>2</sup> Como la *esperanza de vida*, el cual es utilizado para medir el progreso económico y social en la población.

pueden ser clasificados en distintas clases, dependiendo de sus características, así como del riesgo que representan en determinada cobertura.

Por lo tanto, debido a la importancia de este tipo de análisis en distintos campos de la ciencia, en el presente trabajo se propone un método alternativo a las técnicas relacionadas con el análisis de conglomerados para llevar a cabo el análisis de la información y clasificación de datos en grupos de características similares. Este método es conocido como mapas autoorganizados de Kohonen<sup>3</sup>, y pertenece al tipo de modelos conexionistas conocidos como redes neuronales, las cuales buscan abordar los problemas del mundo real mediante la simulación del razonamiento humano, es decir, imitando la forma en la que el cerebro humano toma decisiones, aprendiendo de la experiencia y teniendo un aprendizaje continuo<sup>4</sup>.

Los mapas autoorganizados, pertenecientes a la llamada 'inteligencia computacional'<sup>5</sup>, representan un proceso de adaptación de la información muy interesante y eficaz, en el que la autoorganización de la misma se da de una manera similar a como sucede en el cerebro humano, el cual con sólo un estímulo externo es capaz de interpretarla.

Por lo anteriormente mencionado, la propuesta de esta tesina es la utilización de las redes neuronales de Kohonen como una herramienta eficaz y distinta a lo tradicional para estudiar y analizar la información perteneciente a un determinado campo del conocimiento. Resultará interesante entonces, conocer el mecanismo de funcionamiento de este tipo de redes y, sobre todo, verificar su efectividad en la clasificación en la aplicación que aquí se propone.

En esta investigación en particular, los datos utilizados corresponden a información social y económica de México<sup>6</sup>, obteniéndose una apreciación general de los distintos niveles socioeconómicos presentes en el país o área estudiada, así como de la proporción que éstos guardan entre sí.

De esta forma, en el capítulo 1 se aborda de manera general el tema de las redes neuronales y el funcionamiento de los mapas autoorganizados de Kohonen.

Posteriormente, con base en la información presentada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), se presentan en el capítulo 2 las características del estudio que dicho Instituto publicó en el año 2004 bajo el nombre de "Regiones Socioeconómicas de México", referente a la agrupación del total de la población mexicana en 7 estratos o niveles. Estos niveles se formaron dependiendo de las situaciones sociales y económicas de cada área geográfica analizada.

Finalmente, en el capítulo 3 se realiza una clasificación socioeconómica de la población mexicana en 7 estratos, utilizando redes de Kohonen. Una vez obtenidos los resultados se comenta el funcionamiento de estas redes para conocer sus alcances, así como sus limitaciones y características. Además de proponer este método para clasificar datos, se abordará la forma de establecer el criterio de pertenencia a una clase determinada de la

---

<sup>3</sup> Desarrolladas por el físico finlandés Tehuvo Kohonen en la década de los ochenta.

<sup>4</sup> La analogía biológica de este tipo de modelos resulta muy atractiva, pero su funcionamiento se encuentra muy lejos de realmente simular el comportamiento de un cerebro humano, por lo que algunos autores prefieren darle un tratamiento relacionado con la ingeniería.

<sup>5</sup> Paradigmas computacionales que en cierta medida imitan las construcciones desarrolladas por la naturaleza. En esta corriente se agrupan también los algoritmos genéticos y la lógica difusa.

<sup>6</sup> INEGI. 2007. *Regiones Socioeconómicas de México*. México.  
<<http://www.inegi.gob.mx/inegi/default.aspx?s=est&c=1413>> (consulta: enero 9 de 2008).

información de entrada, lo que constituye una etapa básica para la conclusión de la categorización de datos. Como parte final del análisis de los resultados obtenidos, se presenta una validación de los mismos, para conocer qué tan adecuadas fueron las clasificaciones hechas.

---

## REDES NEURONALES: EL MODELO DE KOHONEN

---

### 1.1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se aborda el tema de las redes neuronales artificiales, enfatizando el funcionamiento de un modelo no supervisado llamado Mapas Autoorganizados.

Sobre el origen de las redes neuronales artificiales puede decirse que fue el interés del ser humano por dar un giro en la orientación de la ciencia lo que motivó la invención de estos métodos como una alternativa efectiva para la solución de determinados problemas.

Hablando del desarrollo que tuvo en la historia este tema, hay que remontarse a mediados del siglo XX, donde comienza la construcción de computadoras digitales que pueden ejecutar una serie de instrucciones para realizar una determinada tarea. Todo lo anterior logrado mediante la programación del computador, al darle instrucciones precisas para resolver un problema específico.

Las aportaciones más importantes en ese entonces son las siguientes<sup>7</sup>:

- El artículo clásico de McCulloch y Pitts<sup>8</sup> de 1943 se identifica como el precursor en el estudio de las redes neuronales y la inteligencia artificial, donde se unifica el estudio de la neuropsicología y la lógica matemática. McCulloch y Pitts demuestran que en principio podría computarse cualquier tipo de función si se emplea un número suficiente de unidades simples - llamadas neuronas- y de conexiones sinápticas colocadas de manera apropiada.
- En 1949 se publica el libro *The Organization of Behavior* de Hebb<sup>9</sup>, donde se establece por primera vez una regla de aprendizaje psicológico para la modificación sináptica; es decir, Hebb postula que las conexiones neuronales cambian continuamente conforme un organismo aprende nuevas tareas y que las estructuras neuronales se forman gracias a esos cambios.
- Quince años después del artículo publicado por McCulloch y Pitts, Rosenblatt introduce un nuevo paradigma en el reconocimiento de patrones que llamó **perceptrón**, un nuevo método de aprendizaje supervisado. El resultado más importante en el trabajo de Rosenblatt fue el teorema de convergencia del perceptrón. El entusiasmo generado en la década de los 60's con estos resultados

---

<sup>7</sup> Para mayor información sobre la historia de las redes neuronales artificiales consultar las referencias bibliográficas 6 y 10-13.

<sup>8</sup> Neurofisiólogo y matemático respectivamente, basaron sus estudios en los estudios de Ramón y Cajal.

<sup>9</sup> Fisiólogo de la McGill University. Sus trabajos formaron las bases de la Teoría de las Redes Neuronales.

- y con la aparición de otro tipo de redes, conocidas como *Adalines* y *Madalines*<sup>10</sup>, hizo pensar a muchos que las redes neuronales eran capaces de resolver cualquier problema de reconocimiento de patrones. Impulsados los investigadores de aquella época por el interés de estudiar el razonamiento humano para diseñar máquinas que hagan tareas similares a las que puede hacer cualquier persona, también llegó a creerse que podía crearse una máquina verdaderamente inteligente.

A pesar del optimismo que generaron este tipo de métodos, en 1969 se publica *Perceptrons*, un libro en el cual Minsky y Papert<sup>11</sup> demuestran matemáticamente las limitaciones de las redes de perceptrones de una sola capa de Rosenblatt y afirman que no hay razones para pensar que una extensión de ellas pudiera mejorar su desempeño. Entre otras cosas, este trabajo le restó interés a la comunidad para seguir trabajando con perceptrones durante toda la década de los 70's. No obstante, se lograron avances importantes en el desarrollo de métodos autoorganizados. De esta manera, a pesar de que los sistemas de cómputo han ido evolucionando significativamente en cuanto a su capacidad y velocidad, estas máquinas resultaban limitadas para abordar problemas del llamado mundo real.

Es hasta mediados de la década de los 80's (Rumelhart, Hinton y Williams<sup>12</sup>), cuando se desarrolla un algoritmo conocido como *retropropagación*, que fue utilizado para entrenar redes neuronales de perceptrones de múltiples capas. Este modelo es el más popular y ha sido probado en múltiples aplicaciones prácticas con mucho éxito. Generalmente, cuando se hace referencia a un modelo de *Red Neuronal Artificial* (RNA), es porque se trata de este modelo.

Con relación a la analogía entre los modelos neuronales con sistemas biológicos, debe notarse que a diferencia de las computadoras convencionales, el cerebro es un sistema de procesamiento de información que actúa en paralelo, de manera no lineal, y cuyos componentes básicos, neuronas, no son programadas en un principio para llevar a cabo una tarea. Las neuronas, a diferencia de los microprocesadores, aprenden de las señales que reciben del entorno adaptándose, llevando a cabo un proceso de autoorganización.

El cerebro tiene una capacidad verdaderamente asombrosa para analizar información en pocos segundos, más rápido que cualquier súper computadora actual, como el efectuar reconocimiento de patrones (reconocer una cara conocida en un medio conocido a una distancia considerable) o el sistema visual, que proporciona una representación del entorno de una manera perfecta.

Las neuronas en el cerebro están interconectadas operando en un número considerable (aproximadamente cien mil millones de neuronas en el ser humano), con capacidad para desarrollar una actividad global de procesamiento sorprendente. De esta manera puede decirse que nuestra capacidad de percibir nuestro medio, y finalmente nuestro pensamiento, son producto de la interacción de nuestras neuronas.

---

<sup>10</sup> Desarrolladas por Bernard Widrow y Marcial Hoff en 1960. ADALINE=ADAPtative LINear Elements, fue la primera red neuronal utilizada para un problema real (filtros para eliminar ecos en las líneas telefónicas). MADALINE= *many adalines*, que constituye la versión multicapa de la adalina.

<sup>11</sup> Investigadores del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT). Minsky suele ser considerado padre de la Inteligencia Artificial.

<sup>12</sup> A partir de 1986, el panorama de las redes neuronales artificiales fue alentador con respecto a las investigaciones realizadas y a su desarrollo. Hasta la fecha cada año se publican nuevos trabajos y productos nuevos; hardware y software, sobre todo de simulación.

Dentro del funcionamiento del cerebro, son características básicas la *experiencia* y el *aprendizaje* para adquirir conocimiento y resolver problemas específicos. Bajo estas condiciones, las RNA buscan solucionar tareas en las que el sistema pueda *aprender* e igualmente almacenar conocimiento para alcanzar una respuesta.

De igual forma que en el caso biológico, las RNAs están formadas de neuronas (en este caso, llamadas artificiales), las cuales en las conexiones que tienen entre sí, llamados *pesos sinápticos*, almacenan información y a través de la experiencia pueden aprender y mejorar su funcionamiento para solucionar determinados problemas.

Una definición de red neuronal artificial podría ser la siguiente<sup>13</sup>:

*“Redes Neuronales Artificiales son redes de elementos de proceso, usualmente adaptativos, interconectados masivamente en paralelo con organización jerárquica, los cuales intentan interactuar con los objetos del mundo real del mismo modo que lo hace el sistema nervioso”*<sup>14</sup>.

En la actualidad, el estudio de las RNAs es un campo multidisciplinario, ya que intervienen investigadores de distintas áreas, como electrónica, física, matemáticas, ingeniería, psicología, etc., debido a que las RNAs buscan resolver problemas muy útiles desde el punto de vista tecnológico, en los que se han logrado con su aplicación resultados realmente excelentes.

Fue con el interés de imitar el funcionamiento de ciertas partes del cerebro, que Tehuvo Kohonen (Ingeniero Electrónico de la Universidad de Helsinki), comenzó a principios de 1981 una investigación sobre un tema que sería llamado por sus características *mapas autoorganizados*, logrando desarrollar un algoritmo que puede ordenar en un mapa de manera efectiva patrones similares provenientes de un estímulo externo. Es importante señalar que este modelo fue descubierto antes de la aparición del algoritmo de retropropagación<sup>15</sup>.

En la siguiente sección se explica el funcionamiento de las redes neuronales, como introducción a la explicación del proceso de autoorganización de las redes desarrolladas por T. Kohonen, las cuales se utilizan en el capítulo 3 para realizar una tarea de análisis y agrupamiento de datos.

## 1.2. REDES NEURONALES ARTIFICIALES

Las redes neuronales artificiales son un modelo que busca imitar el funcionamiento del sistema nervioso, del cual la unidad fundamental es la neurona, por lo que ahora se verá cuál es el funcionamiento y características de ésta.

---

<sup>13</sup> Varios autores las han definido (como Hilera, Haykin y Hecht-Niesen), la que aquí se expone pertenece a [Kohonen 88].

<sup>14</sup> Los *elementos de proceso* son llamados también neuronas, se denominan *adaptativos* porque tienen la capacidad de cambiar y aprender de la experiencia. *Interconectados* se refiere a la conexión entre las neuronas para formar una red

<sup>15</sup> Es reconocido el descubrimiento del algoritmo de retropropagación, de manera simultánea en 1986, pero también en estudios previos, en 1969 y 1974, respectivamente.

### 1.2.1. FUNDAMENTO Y ORIGEN

A fines del s. XIX con los trabajos de Santiago Ramón y Cajal<sup>16</sup>, se conoció más claramente cómo es y cómo funciona la estructura neuronal del sistema nervioso, al conocerse la anatomía de las neuronas y cómo se conectan entre sí mediante las sinapsis.

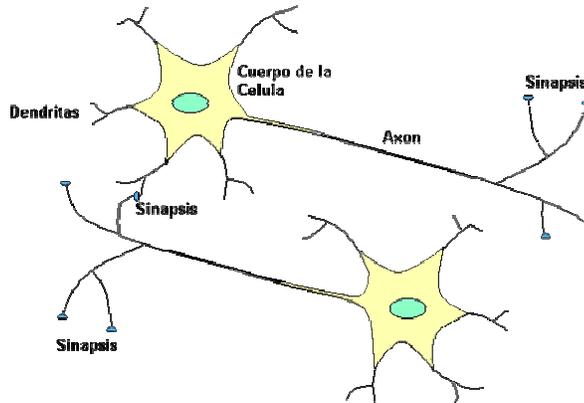
La unidad fundamental del tejido nervioso es la neurona. El tamaño y forma de las mismas es variable; pero su cuerpo celular mide aproximadamente de 5 a 10 micras de diámetro y tienen forma casi esférica. Hay distintas formas de neuronas; bipolares (con 2 prolongaciones de fibras) y multipolares (múltiples prolongaciones). Dependiendo de su objetivo en el organismo pueden ser sensoriales, motoras y de asociación.

Algunos elementos de las neuronas son los siguientes:

- *Cuerpo*, que contiene el núcleo o *soma*, realiza todas las actividades metabólicas de la neurona y recibe información de neuronas vecinas.
- El *axón*, es la rama principal que sale del cuerpo celular; es un tubo delgado y largo que generalmente se ramifica en su extremo. Sirve como camino de salida de las señales generadas por la neurona, es decir envía señales a neuronas vecinas.
- *Dendritas*, son ramificaciones muy finas que están alrededor del cuerpo celular de la neurona y que quedan cercanas a la parte final de los axones. Este pequeño espacio entre los terminales axónicos y las dendritas se llama sinapsis.

Se calcula que en el cerebro humano hay alrededor de cien mil millones de neuronas, y aproximadamente 1,000 sinapsis a la entrada y salida de cada neurona, por este motivo este órgano tiene una conectividad miles de veces superior a la que tienen las computadoras.

FIGURA 1.1 ESTRUCTURA DE UNA NEURONA BIOLÓGICA



Una característica única importante en las neuronas es la capacidad de comunicarse entre sí. Esta comunicación la llevan a cabo mediante las sinapsis que se forman entre las ramificaciones finales de un axón y los núcleos o axones de otras neuronas.

<sup>16</sup> Científico Aragonés.

Las células se comunican entre sí mediante dos procesos: eléctrico y químico. La señal que emite una neurona y que es transportada por el axón es un impulso eléctrico, y la señal transmitida en las sinapsis a otra célula es un proceso químico, ya que se liberan moléculas de sustancias por parte de la célula emisora (neurotransmisores) las cuales fluyen en las sinapsis hacia la célula receptora. La unión sináptica entre neuronas puede tener una función inhibitoria o excitadora dependiendo del transmisor.

Las señales eléctricas se producen debido a la diferencia en la composición del líquido interno de la célula y el líquido del exterior. El interior de la célula tiene una concentración más alta que el medio externo en potasio, y el medio externo es más rico en sodio que el interno. Esto produce una diferencia de potencial negativa en el interior de la célula por la diferencia de iones de sodio y potasio (llamado potencial de reposo).

Hay dos tipos de sinapsis, como se había mencionado anteriormente:

- Inhibidoras, cuando los neurotransmisores estabilizan el potencial de la membrana y entonces la emisión de impulsos es frenada.
- Excitadoras, si los neurotransmisores realizan en la membrana de la célula una disminución de potencial y entonces puede realizar impulsos con mayor velocidad.

De esta manera, las dendritas y todo el cuerpo celular reciben señales de entrada las cuales pueden ser inhibitorias o excitadoras, el cuerpo celular las combina e integra y da una señal de salida. El axón transporta esas señales a los terminales axónicos, que a su vez distribuyen información a un nuevo conjunto de neuronas. Así cada neurona recibe información de miles de otras neuronas, y a su vez, esta neurona envía información a otras miles de neuronas más.

Finalmente, la acción en conjunto de células inhibitorias y excitadoras determina si se estimula o no la célula y qué tan rápido, es decir, la suma de las señales inhibitorias y excitadoras determinan si la neurona manda una señal o no. Si las señales excitadoras dominan, entonces la neurona envía una señal por sus sinapsis.

De esta forma, en el cuerpo humano hay una red de neuronas; o red neuronal, que está formada por neuronas de entrada que reciben las señales externas (puede ser a través de los oídos u ojos por ejemplo), éstas se comunican con neuronas (ocultas) que posteriormente envían su señal a neuronas de salida, que controlan partes del cuerpo como los músculos. De manera similar, las redes neuronales artificiales funcionan con información de entrada que es transmitida y genera una información de salida.

Antes de iniciar con la descripción del funcionamiento de una red neuronal artificial, se explicará la similitud con las redes biológicas en cuanto a su funcionamiento.

FIGURA 1.2 SIMILITUD ENTRE NEURONAS BIOLÓGICAS Y ARTIFICIALES

Redes Neuronales biológicas	Redes Neuronales Artificiales
Información en las sinapsis.	Datos de entrada.
Atenuación o amplificación de la señal emitida por la neurona.	Ponderación de los datos de entrada mediante cada 'peso' que es un parámetro.
Señales inhibitorias o excitatorias.	Peso negativo o positivo.
Efecto final.	Suma de las entradas ponderadas.
Umbral de la neurona alcanzado implica una señal.	Sólo se activa una neurona dependiendo de si se cumplió cierto criterio.
Actividad del sistema nervioso facilita o no la comunicación neuronal.	Se pueden ajustar las señales mediante el aprendizaje.

### 1.2.2. ELEMENTOS DE UNA RED NEURONAL ARTIFICIAL

La neurona es la parte fundamental de una red neuronal. Las neuronas reciben información que obtienen del exterior o de otras neuronas y proporcionan una respuesta o salida.

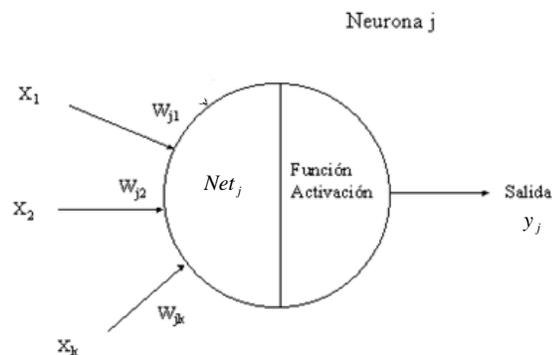
Este proceso de recepción de información, transformación y salida de la misma depende de los siguientes elementos, los cuales están inspirados en el funcionamiento de las neuronas biológicas:

1. Entradas  $\mathbf{x}(t)$  y pesos sinápticos  $\mathbf{w}_{ji}$
2. Regla de propagación  $Net_j$ , que es el valor del potencial postsináptico en la neurona  $j$ .
3. Función de activación  $f(a_j(t-1), Net_j)$  que da el valor o estado de activación.
4. Función de salida  $F(a_i(t))$  que da la señal de salida.

El proceso anteriormente descrito se lleva a cabo de la siguiente manera: las entradas  $\mathbf{x}(t)$  llegan a una neurona y cada conexión está caracterizada por un *peso*  $\mathbf{w}_{ji}$ , el cual puede modificar la información que llega a la neurona, ya sea amplificando la señal, atenuándola o inhibiéndola.

Esta acción del peso refleja la influencia que tiene la neurona  $i$  sobre la neurona  $j$ . Si  $\mathbf{w}_{ji}$  es positivo, entonces la interacción entre ambas neuronas será excitadora y esta neurona  $j$  será activada. Por el contrario, si  $\mathbf{w}_{ji}$  es negativo, la sinapsis será inhibitoria, y en caso de que el peso sea nulo entonces no hay conexión entre las neuronas. La relación entre ambas neuronas puede ser vista en la siguiente figura:

FIGURA 1.3 MODELO GENÉRICO DE NEURONA ARTIFICIAL



Todas las señales recibidas por la neurona  $j$  se combinan y forman una *entrada total*, la cual generalmente es de tipo lineal y lo que hace es sumar los datos de entrada  $i$  multiplicados por su respectivo peso. Esto conforma la *regla de propagación*. En algunas redes neuronales corresponde al producto escalar del vector de entrada y su peso correspondiente, lo que equivale a combinar los valores de entrada con sus pesos:

$$Net_j = \sum_i w_{ji} \cdot x_i \quad \dots (1.1)$$

Posteriormente, la *función de activación* representa el estado de activación actual de la neurona, el cual considera el estado anterior de activación y la entrada total de las señales;

$$f(a_j(t-1), Net_j) = a_j(t) \quad \dots (1.2)$$

Finalmente, la función de salida proporciona la señal de salida dependiendo del estado de activación  $a_j(t)$  de la neurona  $j$

Resumiendo la operación dentro de una neurona, ésta se puede representar en la siguiente fórmula:

$$y_j(t) = F_j(f_j(a_j(t), Net_j)) \quad \dots (1.3)$$

A continuación se explicarán más ampliamente los elementos ya mencionados para su mayor comprensión.

- ENTRADAS Y PESOS

Las entradas constituyen la información que es presentada a la red. Esta llega a las sinapsis de las neuronas para ser procesada. Los pesos sinápticos son los que hacen que la red adquiera conocimiento, y se encuentran en las conexiones entre neuronas. Representan, como ya se explicó antes, la intensidad de la interacción entre ellas.

$$\text{Peso entre la neurona } i \text{ y la } j = \mathbf{w}_{ji}$$

Hay que poner especial atención a los subíndices de los pesos. El primer subíndice, en este caso  $j$ , se refiere a la neurona a la que llega la información, y el segundo subíndice,  $i$ , se refiere a la conexión en donde se encuentra el peso. Entonces se estaría hablando de la neurona  $j$  y del peso que está en la conexión que viene de la neurona  $i$ .

- REGLA DE PROPAGACIÓN

Es el resultado final de la información que llega a una neurona involucrando a los pesos que hay en cada conexión. En algunas redes neuronales se considera esta función de tipo aditivo, que consiste en la suma ponderada de las señales de entrada con sus pesos:

$$Net_j = \sum_i w_{ji} \cdot x_i$$

La regla de propagación proporciona el valor del *potencial postsináptico* al combinar las entradas y los pesos.

Es importante recalcar el papel que realiza el peso, ya que dependiendo de éste varía la intensidad de la interacción entre neuronas.

Existe una regla de propagación que se utiliza en las redes neuronales basadas en las distancias entre los vectores (entre ellas, las redes de Kohonen que se mencionarán más adelante), que es la distancia euclideana:

$$Net_j^2(t) = \sum_i (x_i - w_{ji})^2 \dots (1.4)$$

Esta métrica representa la distancia, al cuadrado, entre el vector  $i$  que contiene la información de entrada y los pesos. Si la distancia es pequeña, entonces los vectores están cercanos y son más similares, por el contrario, una distancia grande, implica que los vectores están alejados y son por lo tanto diferentes. También hay otras medidas de distancia, entre las cuales están la de Minkowski y la de bloques (*city block* o *Manhattan*)<sup>17</sup>.

- FUNCIÓN DE ACTIVACIÓN

Dentro de una red neuronal, cada unidad  $i$  tiene asociado un estado en el tiempo  $t$ , el cual representa si la neurona está en actividad o en reposo, y se designa por  $a_i(t)$ . Para representar el estado de activación del conjunto total de neuronas en la red, se utiliza el siguiente vector:

$$A(t) = (a_1(t), a_2(t), \dots, a_N(t)) \dots (1.5)$$

La función de activación proporciona el nuevo estado de la neurona, a partir de las entradas combinadas con su peso (potencial postsináptico), y el estado que tenía la neurona antes de recibir las señales procedentes de otra neurona:

$$a_j(t) = f(a_j(t-1), Net_j)$$

En algunos casos se considera que la función de activación no depende del estado anterior de la neurona, solo del valor de la entrada  $Net_j$

$$a_j(t) = f(Net_j) \dots (1.6)$$

- FUNCIÓN DE SALIDA

Esta función representa la salida total de la neurona tomando en cuenta su estado actual de activación. Casi en todos los casos de sistemas neuronales, la función de salida es la identidad, por lo que la salida global de la neurona es el mismo estado de activación de la misma.

---

<sup>17</sup> La Distancia de *Minkowski* está definida como  $d_{ij} = \sqrt[r]{\sum |x_{ij} - x_{jk}|^r}$ , donde  $d_{ij}$  es la distancia entre 2 individuos  $i$  y  $j$ , y  $r$  es un valor entero que da lugar a distintas medidas de distancia como la de bloques y la euclideana. La distancia de bloques corresponde a la fórmula anterior con  $r=1$  (esto se explica con el siguiente hecho: cruzar un salón de una esquina a la opuesta, recorriendo la distancia pegado a las paredes, así la distancia es la suma de las paredes recorridas, de ahí el nombre).

$$y_j(t) = F_j(a_j(t)) = a_j(t)$$

Habiendo explicado el funcionamiento de un sistema neuronal, se explicarán las principales características de las redes neuronales.

### 1.2.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES NEURONALES ARTIFICIALES

Dentro de las RNAs pueden distinguirse distintos elementos que determinan el comportamiento y utilidad de la misma, como son la arquitectura u organización de las neuronas, y el mecanismo de aprendizaje y de funcionamiento de la red. A continuación se explicarán dichos conceptos.

#### 1.2.3.1. TOPOLOGÍA

Se llama topología o arquitectura de las redes neuronales a la forma en que las neuronas se organizan formando la red, así como a su disposición para formar capas y la forma en que fluye la información. En esta sección se explican brevemente las características de las diferentes arquitecturas de las redes neuronales.

- CAPAS

Las capas son las unidades estructurales en las que se organizan las neuronas. Hay tres tipos distintos de capas; de entrada, de salida y ocultas. La capa de entrada es la que recibe directamente la información del entorno. Las capas ocultas no reciben información directamente del exterior, se ocupan del análisis de la misma. Una vez que la información ha sido procesada, ésta llega a la capa de salida, la cual es la responsable de dar la respuesta o salida del sistema.

Dentro de las redes neuronales se hace una especial distinción entre las que tienen una sola capa llamadas *redes monocapa*, y las que tienen de dos capas en adelante, llamadas *redes multicapa*.

Las redes monocapa, tienen conexiones laterales entre las neuronas que forman el sistema, o también pueden tener conexiones autorrecurrentes, es decir, la salida de una neurona se conecta a su propia entrada. Por otro lado, las redes multicapa son las que tienen una organización de las neuronas en diferentes capas.

- CONEXIONES

En una RNA el comportamiento de la red depende de la forma en que están conectadas las neuronas, es decir, cómo son sus sinapsis.

El sentido en que fluye la información dentro de una RNA es la siguiente: los datos que salen de una neurona (presináptica), pasa por la sinapsis o conexión y llega a la otra neurona (postsináptica).

Las conexiones entre las neuronas pueden ser inhibitorias o excitatorias, dependiendo del peso que se encuentre en las sinapsis, si es positivo o negativo respectivamente.

También pueden haber conexiones laterales (entre las neuronas que pertenecen a una misma capa) o conexiones inter-capa, que se dan entre neuronas de capas diferentes. Las redes neuronales donde se dan conexiones laterales entre sus neuronas también se conocen como redes competitivas, ya que este tipo de topología origina que las neuronas de una misma capa disputen entre ellas el “derecho” a ser activadas.

Dependiendo del sentido en que se transmite la información, las conexiones pueden ser hacia la capa que sigue, y que está más próxima a la salida, y son llamadas conexiones *hacia adelante* o *feedforward* (puede decirse que su sentido es entrada-salida). En las conexiones *hacia atrás* o *feedback* la información puede fluir tanto hacia adelante (hacia la salida) como hacia atrás (a la entrada de la red).

### 1.2.3.2. MODOS DE OPERACIÓN

Las redes neuronales artificiales realizan su trabajo en dos etapas principales, en las cuales llevan a cabo el entrenamiento y posteriormente el funcionamiento de la red para analizar la información que le es presentada.

#### A. FASE DE APRENDIZAJE

Dado que las RNA son *entrenables* a partir de ejemplos, el concepto de aprendizaje es de singular importancia, ya que determina la capacidad de una red neuronal para aprender, así como para mejorar su desempeño mediante el aprendizaje.

A través del tiempo, una red neuronal puede mejorar su desempeño, como se dijo antes, mediante un proceso de ajuste en sus pesos sinápticos. Así, en cada iteración del proceso de aprendizaje, la red *adquiere* más conocimiento.

Una definición de aprendizaje en el contexto de las redes neuronales podría ser el siguiente<sup>18</sup>:

*El aprendizaje es el proceso por el que se produce el ajuste de los parámetros libres de la red a partir de un proceso de estimulación por el entorno que rodea la red. El tipo de aprendizaje vendrá determinado por la forma en la que dichos parámetros son adaptados.*

Regularmente, el aprendizaje en la mayor parte de las RNA consiste en encontrar los parámetros que le permitan a la red realizar de la mejor manera el procesamiento de información deseado. Durante este proceso del aprendizaje, los pesos se van modificando de acuerdo a los estímulos externos que recibe del entorno, y puede decirse que el proceso de aprender ha terminado cuando sus valores convergen o permanecen estables, es decir  $dw_{ji}/dt = 0$ .

Siguiendo la explicación anterior, puede uno preguntarse entonces, ¿qué es lo que determina el cambio de los parámetros de una RNA para que ésta aprenda información? Estos criterios o reglas que están bien definidas para solucionar el problema del aprendizaje se llama *regla de aprendizaje*.

En el proceso de entrenamiento de la red, se realiza la modificación de las sinapsis o modelado, que consiste en modificar los pesos de la red mediante una regla

---

<sup>18</sup> Adaptado de [Mendel 70]

determinada de aprendizaje, la cual es consecuencia generalmente de la optimización de una función de error que refleja qué tan eficiente es la operación de la red.

De manera resumida, la modificación que sufre el peso  $w_{ji}$  que conecta a la neurona presináptica  $i$  con la neurona post-sináptica  $j$  en el tiempo  $t$ , dependiendo de la información que llega, estará definido por la regla de aprendizaje, la cual proporciona un valor  $\Delta w_{ji}$ , que es el valor que debe agregarse al peso para que éste sea actualizado:

$$w_{ji}(t+1) = w_{ji}(t) + \Delta w_{ji}(t) \quad . . . \quad (1.7)$$

No existe un algoritmo o regla definida que se utilice en todos los casos de RNAs, más bien hay diversas reglas de aprendizaje con diferentes características y ventajas para cambiar los pesos sinápticos de las redes, dependiendo del objetivo que éstas tengan y de cómo se relacionan con su entorno. En el caso de las redes de perceptrones multicapa el algoritmo más popular (como se ha mencionado antes) es el de retropropagación, que emplea la regla de la ecuación 1.7, conocida como *regla delta*. Aunque es posible definir otra regla de aprendizaje, esta (y algunas variantes de ella) ha resultado muy apropiada en numerosas aplicaciones<sup>19</sup>.

Este hecho; la manera en la que la RNA está relacionada con su entorno, es el que da lugar a los *paradigmas del aprendizaje*, el cual se refiere específicamente al ambiente externo en el que se desarrolla la red.

Con respecto a los tipos o paradigmas de aprendizaje, existe el tipo de aprendizaje *supervisado* (también llamado aprendizaje *con maestro*) y el no supervisado (aprendizaje *sin maestro*). La diferencia entre ambos está en que en el primero hay un agente externo o *supervisor*, que controla el proceso de aprendizaje de la red, al presentarle la salida deseada o el objetivo al que la red tiene que llegar.

Cabe mencionar que hay también otras formas de aprendizaje, como el *híbrido* y el *reforzado*, aunque los dos tipos de aprendizaje básicos, fueron los mencionados en el párrafo anterior.

### • APRENDIZAJE SUPERVISADO

El aprendizaje supervisado tiene como principal característica que su entrenamiento está controlado por un agente externo o maestro que da a la red la respuesta a la que debe llegar a partir de una entrada determinada. En caso de que la salida de la red no coincida con la información esperada, se modificarán los pesos para que la salida sea próxima al objetivo planteado inicialmente.

El papel del supervisor en este tipo de redes consiste en presentar a la red un conjunto de ejemplos (entradas-salidas), indicando para cada entrada, cuál es la salida esperada. Siguiendo con el funcionamiento de la red, los parámetros se ajustan para llegar a la señal deseada, de manera que después del entrenamiento, sea mínima la diferencia entre la salida que da la red y la salida esperada proporcionada por el agente externo, es decir, se tiene información del error que se comete en cada iteración.

---

<sup>19</sup> Por ejemplo reducción de dimensiones, clasificación de patrones, visualización y minería de datos (para más referencias ver [Kohonen 97]).

- APRENDIZAJE NO SUPERVISADO

Como su nombre lo indica, en este tipo de aprendizaje no existe un maestro que supervise el funcionamiento de la red, es decir, no hay ejemplos presentados a la red para que con base en ellos ésta ajuste sus parámetros para obtener una salida determinada. Este aprendizaje es llamado también autoorganizado.

A una red autoorganizada se le presentan patrones sin incluirle la respuesta que se está buscando para cada uno de ellos, para que ella sola por medio de una regla de aprendizaje, pueda reconocer regularidades, correlaciones o categorías en las entradas.

Pertenecientes a este tipo de redes, capaces de *autoorganizarse*, están los mapas de Kohonen, cuyo estudio será tratado en la segunda sección de este capítulo.

Debido a que no existe propiamente una salida fijada de antemano contra la cual pueda compararse el resultado final obtenido, en redes con este tipo de aprendizaje normalmente no se utiliza una función de error.

Dependiendo de la estructura de la red y de su regla de aprendizaje, la salida de este tipo de redes puede generar distintos resultados. En algunos casos, la red puede encontrar el grado de similitud de las distintas entradas que está recibiendo con información que se le haya presentado antes (en el pasado). Por otro lado, estas redes también pueden realizar una tarea de clasificación, al encontrar correlaciones entre la información que se le ha presentado (de manera similar a un análisis de conglomerados<sup>20</sup>). Una variante de este caso es el *prototipado*, donde la red obtiene un prototipo o representante de la clase a la que pertenece cada información de entrada.

Estas redes pueden realizar un *mapeo de características (feature mapping)*, ordenando topológicamente a las neuronas de salida de acuerdo a las características que tengan los datos de entrada, de tal forma que a informaciones similares, les corresponderán zonas próximas entre sí en este mapa.

Para lograr un resultado adecuado, se requiere en cierta forma que los datos presentados a la red tengan un cierto nivel de redundancia, es decir, que el número de patrones de aprendizaje sea bastante amplio.

Pasando al último elemento a estudiar referente a las características de las RNA, está el que se relaciona con la fase de recuerdo o ejecución de la red una vez que la red ya ha sido entrenada.

## B. FASE DE OPERACIÓN

Esta fase es también llamada de ejecución o funcionamiento, pudiendo tener dos posibles escenarios; el primero en el que la red sigue aprendiendo durante su funcionamiento habitual, con información nueva, el segundo en el que una vez que la red terminó su aprendizaje, se da la *desconexión* de la red.

---

<sup>20</sup> El análisis de conglomerados, como ya se mencionó al principio de este trabajo, es una técnica multivariada que permite encontrar dentro de un conjunto de datos, grupos de información homogénea. Es decir, clasifica objetos o casos en grupos relativamente homogéneos llamados por este motivo conglomerados o *clusters*. Los objetos en cada grupo tienden a ser similares entre sí y a su vez diferentes a los objetos en otros grupos.

En el primer caso, se hablaría de un aprendizaje *on line*, mientras que al segundo se le llama *off line*.

En el aprendizaje *on line*, no hay distinción entre la fase de aprendizaje y la fase de operación, de tal manera que los pesos siguen cambiando siempre que a la red se le continúe presentando información.

Cuando el aprendizaje es *off line*, sí hay una diferencia en las dos fases; ya que en la fase de aprendizaje se le han presentado los datos de entrenamiento, y en la segunda utiliza información diferente como prueba<sup>21</sup>. En las redes con este tipo de aprendizaje, los pesos en esta segunda fase permanecen fijos.

Una vez vistas las principales características de las redes neuronales en general, pueden ser estudiadas ahora las redes que constituyen el motivo de estudio de este trabajo; las redes autoorganizadas de Kohonen, las cuales pertenecen a los modelos no supervisados.

## 1.2.4. MAPAS AUTOORGANIZADOS DE KOHONEN

En este apartado se explican las bases del funcionamiento de las redes neuronales de Kohonen, así como su arquitectura y funcionamiento.

### 1.2.4.1. FUNDAMENTO BIOLÓGICO

Las redes de Kohonen parten originalmente de las observaciones hechas del cerebro de animales superiores donde se da la organización topológica de ciertas neuronas formando mapas.

Se ha observado en el córtex (capa externa del cerebro) que las neuronas que detectan rasgos o *características* se distribuyen topológicamente ordenadas. Esto con base en evidencias que muestran que en el cerebro las neuronas que reciben información del entorno a través de los órganos sensoriales, internamente se representan en forma *bidimensional*.

Un ejemplo de lo explicado puede ser el sistema visual, del cual se han encontrado *mapas* del espacio visual. En el sistema auditivo, de igual manera, se ha encontrado que hay una organización de neuronas en dos dimensiones, dependiendo de la frecuencia con la que cada una alcanza la respuesta máxima (llamada ésta *organización tonotópica*). De igual forma, en el área somatosensorial (diversas áreas de la corteza que son responsables de la interpretación de estímulos táctiles), las neuronas que están situadas próximas en la piel, también son vecinas en el córtex, reproduciendo de esta manera el mapa de la superficie de la piel (aunque de manera distorsionada).

---

<sup>21</sup> Una metodología muy recomendada en la literatura es el empleo de Validación Cruzada (*Cross Validation*). Con esta metodología se trata de evitar que la red se “aprenda de memoria” la información que se emplea para su entrenamiento y, con ello, pierda su capacidad de generalizar (dar respuesta efectiva cuando se alimenta con datos que fueron usados para su entrenamiento). Existen varios tipos de validación cruzada, para ahondar más en este tema, el lector puede consultar [Haykin 99].

Esta organización neuronal está determinada genéticamente, aunque también es probable que se aumente con el aprendizaje. Esto indica entonces que el cerebro tiene la capacidad de formar *mapas topológicos* de la información que recibe del exterior.

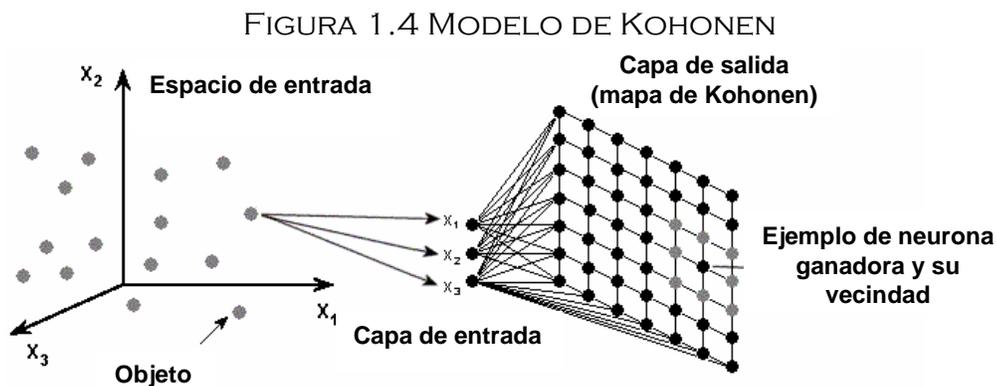
El interés por formar mapas artificiales que aprendan a través de una autoorganización imitando el funcionamiento neurobiológico condujo a la construcción de dos principales modelos para la formación de *mapas de características*.

El primer modelo fue desarrollado por Willshaw y von der Malsburg en el cual hay dos dimensiones de *rejillas* conectada una con la otra (su objetivo era explicar el problema del mapeo de la retina al córtex visual). Básicamente planteaba el hecho de construir un sistema en el cual la proximidad entre neuronas pudiera traducirse en correlaciones entre ellas y usarla para conectarlas y lograr un autoorganización en el mapa formado.

Posteriormente, el físico holandés Tehuvo Kohonen, desarrolló durante la década de los ochentas un modelo con un comportamiento semejante aunque no con el objetivo de explicar ningún problema de tipo neurobiológico, sino más bien utilizar las propiedades del cerebro logrando finalmente desarrollar un sistema capaz de reducir la dimensionalidad de la información de entrada.

El modelo de Kohonen ha sido más utilizado y analizado en la literatura de RNA que el de Willshaw-von der Malsburg, ya que posee ciertas características que lo hacen tener una gran aplicabilidad práctica. Su objetivo principal era demostrar que bastaba a la red un estímulo externo, contando ésta con una estructura propia y una descripción funcional de su comportamiento, para que se diera la formación de los mapas.

Los mapas autoorganizados de Kohonen, además de modelar de una manera sencilla un atributo de las redes neuronales naturales, tienen aplicación en distintos problemas del mundo real como clasificación de patrones, extracción de rasgos, reducción de dimensiones y análisis exploratorio entre otros. En la figura 1.4 se muestra el modelo de Kohonen con información de entrada de dimensión 3 para una mejor visualización del mismo.



Kohonen desarrolló dos modelos principales basándose en la idea de lograr una autoorganización a través de la interpretación adecuada de estímulos externos. Estos

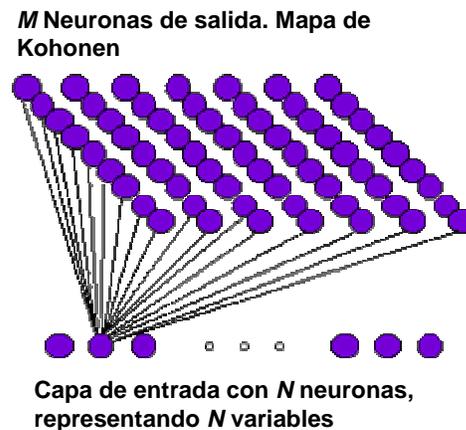
modelos son el llamado LVQ (*Learning Vector Quantization*<sup>22</sup>) y SOM (*Self Organizing Map*) o Mapas Autoorganizados.<sup>23</sup>

A continuación, y en lo que resta del capítulo se estudiarán los mapas autoorganizados de Kohonen

### 1.2.4.2. ARQUITECTURA

Un mapa autoorganizado o SOM, está organizado en dos capas de neuronas. Las neuronas de la primera capa ( $N$ ), reciben la información del exterior y la transmiten a la segunda capa ( $M$ ).

FIGURA 1.5 MAPA DE KOHONEN



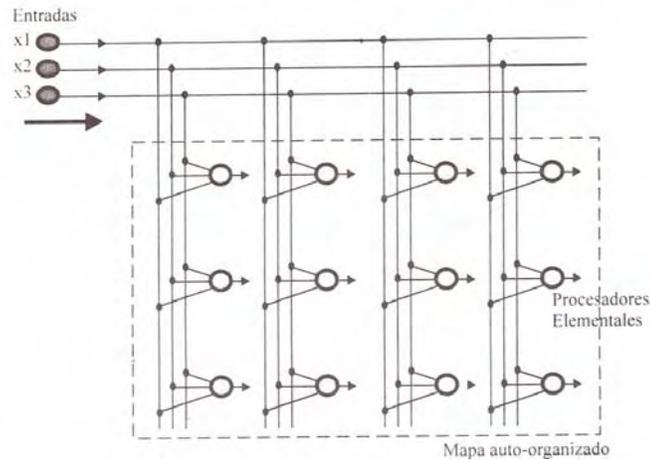
En la red la información fluye de la entrada hacia la salida (es unidireccional), y cada neurona  $i$   $\{i | 1 \leq i \leq N\}$  de la primera capa está conectada con cada una de las neuronas de la capa de salida ( $j$ )  $\{j | 1 \leq j \leq M\}$  mediante un peso sináptico  $w_{ji}$ . De esta manera, cada neurona de salida tiene asociado un vector de pesos  $w_{ji}$  llamado vector de referencia (o *codebook vector*) ya que éste constituye el vector promedio de la clase representada por la neurona de salida  $j$ .

Las neuronas de salida generalmente se organizan en forma de mapa bidimensional, aunque también se utilizan capas de una sola dimensión (cadena lineal de neuronas) o de tres dimensiones (paralelepípedo).

<sup>22</sup> Este modelo es de tipo competitivo para clasificación de datos de manera supervisada.

<sup>23</sup> También llamado TPM (*Topology Preserving Map*)

FIGURA 1.6 MAPA AUTOORGANIZADO BIDIMENSIONAL



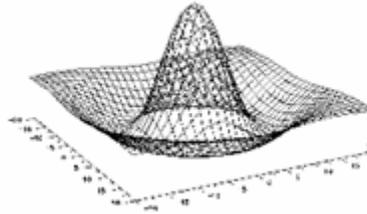
El principal objetivo de una red SOM es convertir la información de entrada (vectores), sin importar la dimensión que ésta tenga, en un mapa de una o dos dimensiones, con los datos topológicamente ordenados. Así, el mapa representa una imagen de la información de entrada pero con menor número de dimensiones, por lo que finalmente puede concluirse que la manera en que las neuronas se distribuyen en el mapa puede reflejar a la función de densidad de probabilidad  $p(x)$ ; es decir, zonas del espacio sensorial con mayor incidencia de valores  $x$  aparecerán proyectadas en un mayor número de neuronas en el mapa.

También se da la interacción lateral (de excitación o inhibición) en las neuronas de salida, la cual corresponde en el mapa a la zona que está alrededor de la neurona (esta zona puede ser cualquier polígono regular; cuadrada, hexagonal, etc.). Esta influencia se logra a través de la competencia entre neuronas y de la aplicación de la llamada *función vecindad*.

La influencia comentada de una neurona tiene sobre otra tiene una base neurobiológica, ya que se tienen evidencias de que en ciertos primates, hay interacciones laterales entre las neuronas del sistema nervioso central. Esta influencia lateral en neuronas muy próximas (radio de 50 a 100 micras) es de tipo *excitatorio*, cuando la distancia excede a las 150 micras la interacción es inhibitoria y de 400 micras en adelante hasta varios centímetros, la influencia entre neuronas es de tipo excitatorio muy débil, casi nulo.

Esta forma de interactuar de las neuronas puede ser vista en la siguiente figura, de donde se puede concluir que la influencia de una neurona sobre otra depende de la distancia entre ambas. La función que modela dicha influencia tiene la forma de un *sombrero mexicano*.

FIGURA 1.7 INTERACCIÓN LATERAL ENTRE NEURONAS  
(PUNTO MÁXIMO EN LA NEURONA GANADORA)



### 1.2.4.3. ALGORITMO

Puede afirmarse que no hay un algoritmo estándar para el entrenamiento de una red de este tipo, sin embargo los resultados finales de este modelo son generalmente independientes de los detalles en su realización. Se expondrá a continuación el algoritmo autoorganizado más comúnmente usado en este modelo ([Kohonen 90], [Kinnebrock 92])

En el modelo de Kohonen, el aprendizaje es de tipo *off line* (como se vio en la sección 1.2.3), por lo que se distinguen las siguientes fases:

- En la fase de *aprendizaje o entrenamiento* se realiza la categorización de los vectores de entrada a partir de la correlación o similitud descubierta en ellos, al modificarse los pesos sinápticos de la red, de manera que se parezcan más a la información presentada y puedan éstos servir como representantes de las clases en que se ha segmentado la información.
- En la *fase de funcionamiento o ejecución* los pesos permanecen fijos. En esta etapa se le puede presentar a la red nueva información de entrada, para que cada neurona de salida calcule la similitud entre estos datos y los pesos sinápticos que obtuvo en su fase de entrenamiento.

Lo anteriormente expuesto corresponde a una red con aprendizaje competitivo, en donde las neuronas compiten e incluso cooperan unas con otras para realizar una tarea determinada.

La base del aprendizaje competitivo está en la disputa que se lleva a cabo entre las neuronas, las cuales al presentárseles una información de entrada, sólo una de las neuronas de salida se activa, es decir, alcanza su valor de respuesta máximo. Esto se consigue mediante las inhibiciones laterales entre las neuronas, donde cada una trata de anular e inhibir a las demás (esta idea se originó en el trabajo que desarrolló von der Malsburg, en 1973). Finalmente la neurona activada es la neurona *vencedora*. Por esta razón, estas redes reciben también el nombre de *redes WTA (winner-take-all unit)*.

En las redes competitivas, las neuronas vencedoras obtienen en sus sinapsis un refuerzo de sus conexiones durante la fase de entrenamiento<sup>24</sup>.

<sup>24</sup> Este tipo de aprendizaje es común en la mayoría de los modelos autoorganizados, entre las cuales están las redes ART, Neocognitrón o los mapas autoorganizados.

### 1.2.4.4. ETAPAS EN LA FORMACIÓN DEL MAPA

Los pasos en el entrenamiento de una red SOM se muestran a continuación:

#### A. INICIALIZACIÓN DE LOS PESOS SINÁPTICOS

Se inicializan los pesos sinápticos  $\mathbf{w}_{ji}$ . Iniciando en la primera iteración de la formación del mapa, es posible utilizar cualquiera de los siguientes criterios para fijar el valor de los pesos; éstos pueden ser nulos, aleatorios, con un valor pequeño o predeterminado.

#### B. PRESENTACIÓN DE LOS PATRONES A LA RED

Se presenta a la red un vector  $\mathbf{x}$  de entrada<sup>25</sup>  $\mathbf{x}_p = (x_1, \dots, x_N)$ , que es transmitido de la capa de entrada a la de salida. Como puede observarse, la dimensión del espacio de entrada es  $N$ , que corresponde al número de neuronas de la primera capa (cada una de las cuales recibe un componente del vector presentado).

Las neuronas de salida tendrán asociado un vector de pesos con la dimensión del espacio de entrada  $N$ , la cual depende del número de características o variables que tengan los  $p$  vectores de entrada.

El número de neuronas de salida  $M$  será igual o menor al número de objetos o vectores que llegan a la red, ya que de éstos se formarán clases y por lo menos, puede quedar un vector por clase, es decir  $M \leq p$ .

#### C. ACTUALIZACIÓN DE LOS PESOS SINÁPTICOS

Una vez asignados los valores de los pesos para cada una de las neuronas de la capa de salida, se calcula la similitud entre su vector de pesos  $\mathbf{w}_j = (w_{j1}, \dots, w_{jN})$  o su vector de referencia con el vector presentado por medio de una medida de distancia o algún criterio determinado de similitud.

Dado que esta red opera bajo un proceso competitivo, se declara *vencedora* la neurona cuyo vector  $\mathbf{w}_{ji}$  sea el más parecido al vector de entrada. De esta forma, al activarse una cierta neurona, se determina qué tipo de rasgos se encontraron en el vector de entrada.

Para determinar cuál es la neurona vencedora, se utiliza la siguiente expresión, que representa la mínima distancia entre ambos vectores (el vector de entrada  $p$  y el vector de pesos  $\mathbf{w}_{ji}$ ).

$$s_j = \begin{cases} 1 & \min \|x_p - w_{ji}\| \\ 0 & \text{resto} \end{cases} \dots (1.8)$$

donde  $\|\mathbf{x}_p - \mathbf{w}_{ji}\|$  es una medida de similitud o distancia entre el vector de entrada  $\mathbf{x}_p$  y su vector de pesos  $\mathbf{w}_{ji}$  y representa el proceso competitivo entre las neuronas.

<sup>25</sup> Los patrones o datos de entrada que recibe una red, son generalmente vectores.

Así,  $s_j$  representa la salida o el grado de activación que tienen las neuronas una vez llevado a cabo el proceso competitivo (es decir, 1= neurona vencedora, 0=neurona no vencedora).

Existen distintas medidas de similitud, entre las cuales, la más comúnmente utilizada es la *distancia euclidiana*:

$$d_{pj} = \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_{pi} - w_{ji})^2} \dots (1.9)$$

Además de la distancia euclideana, también puede utilizarse para medir la distancia entre patrones (vectores) la **correlación** o **producto escalar**, la cual es más simple que la anterior:

$$C_{pj} = \sum_{i=1}^N (x_{pi} \cdot w_{ji}) \dots (1.10)$$

En el caso de usar esta fórmula, se buscará el valor máximo, ya que a mayor valor, mayor correlación es decir, mayor similitud entre el vector de referencia y el vector presentado.<sup>26</sup>

#### D. MODIFICACIÓN DE LOS PESOS SINÁPTICOS

Se actualizan los pesos de la neurona ganadora y de sus vecinas, con lo cual se está asociando la información de entrada con una cierta zona del mapa.

La regla que se utiliza es la siguiente:

$$w_{ji}(t+1) = w_{ji}(t) + \alpha(t) \cdot r_{jk} \cdot (x(t) - w_{ji}) \dots (1.11)$$

donde:

$t$  se refiere al contador de épocas o al número de iteración que se está realizando, el cual representa al número de veces que se le ha presentado a la red el conjunto completo de patrones de entrenamiento.

$\alpha(t)$ : tasa de aprendizaje, que constituye un parámetro de ganancia y tiene un valor entre 0 y 1. Conforme se realiza el entrenamiento de la red y el valor de  $t$  aumenta, este parámetro va decreciendo paulatinamente, de manera que pueda converger el valor de los pesos sinápticos al modificarse esta tasa de manera insignificante.

$r_{jk}$ : es la función vecindad (también llamada *función de retroalimentación*) que determina cuáles son las neuronas vecinas de la vencedora, y que por lo tanto

<sup>26</sup> Debe tomarse en cuenta que el criterio de similitud y la regla de aprendizaje utilizados deben ser métricamente compatibles, como sucede con la distancia euclideana y la regla de aprendizaje de la expresión 1.11. La correlación solamente es compatible con la métrica euclideana en caso de usar vectores normalizados de norma 1 (bajo esta condición, ambas medidas coinciden).

también sufrirán un cambio en sus pesos sinápticos. Esta función establece una zona alrededor de la neurona vencedora  $k$ .

El algoritmo descrito anteriormente corresponde a un *proceso de adaptación*, en el cual como se vio en 1.2.3.2 el nuevo peso es igual al peso anterior más un incremento.

### E. EFECTUAR UN DETERMINADO NÚMERO DE ITERACIONES

Todo este proceso se debe repetir un número adecuado de veces (se establece un número de iteraciones desde el principio) para poder finalizar la fase de aprendizaje. Cuanto más se le presenten a la red los vectores de entrenamiento, se logra que ésta pueda hacer más refinado el mapa topológico de salida.

Debido a que este proceso es no supervisado, es decir no se tienen las salidas a las que se desea llegar, no hay un número estándar definido de iteraciones que tengan que realizarse. Este depende en cada caso del mapa formado.

Una vez terminada la fase de entrenamiento, se consiguió que la red con base en la similitud entre la información de entrada realice una clasificación de la información. Posteriormente se pasa a la fase de *ejecución*, en donde a la red se le presentan nuevos datos para ser analizados con pesos sinápticos fijos.

En esta etapa de ejecución, los pesos permanecen fijos y cada uno representa el centroide de un grupo de vectores, es decir, para cada vector del conjunto de entrenamiento corresponde un vector de pesos específico, el cual a su vez representa a otros vectores que comparten características similares.

Es en esta fase cuando puede ser presentada a la red información que se busca clasificar, previo aprendizaje por parte de la red de los datos que le sirvieron de entrenamiento. Los datos nuevos que entran a la red calculan su distancia a los centroides formados y se puede determinar a qué neurona pertenecen.

Cada una de las neuronas de salida a su vez representa una clase determinada. La interpretación de los valores de los pesos a los que se llegó durante el aprendizaje en relación a la pertenencia a una clase, es fundamental para poder asignar a la nueva información una *etiqueta* o determinación de pertenencia a una categoría específica. Este proceso de asignación de pertenencia a las clases formadas será visto más adelante en la sección de etiquetamiento.

Una vez vista de manera general cómo se lleva a cabo el aprendizaje en una red de Kohonen, se muestra ahora una interpretación del algoritmo de aprendizaje.

### 1.2.4.5. ANÁLISIS DEL ALGORITMO DE KOHONEN

El procedimiento para realizar el entrenamiento de la red tiene varios puntos que requieren ser entendidos correctamente para comprender la operación de los mapas autoorganizados.

- TASA DE APRENDIZAJE

La tasa de aprendizaje  $\alpha(t)$  es un factor incluido en la forma en la que se actualizan los pesos sinápticos. Es una función decreciente, cuyo valor es actualizado en cada iteración y va decreciendo gradualmente para que así el mapa llegue a una fase de convergencia.

Para lograr esto, se busca que al principio su valor sea cercano a 0.1, después éste irá decreciendo paulatinamente hasta llegar a un valor<sup>27</sup> superior y cercano a 0.01. El valor de  $\alpha(t)$  no debe llegar nunca a 0 ya que de esta manera la red no podría llegar a una fase de convergencia.

Suele utilizarse una función lineal que va decreciendo gradualmente como se muestra a continuación:

$$\alpha(t) = \alpha_0 + [\alpha_f - \alpha_0] \frac{t}{t_\alpha} \dots (1.12)$$

donde  $\alpha_0$  es la tasa de aprendizaje inicial (puede ser .1) y  $t_\alpha$  el número de iteraciones necesarias para alcanzar  $\alpha_f$  (cuyo valor es cercano a 0.01 ).

También puede ser utilizada la siguiente función decreciente<sup>28</sup>:

$$\alpha(t) = f_\alpha \cdot \alpha(t-1) \dots (1.13)$$

donde  $f_\alpha$  es el *factor de aprendizaje* y su rango varía entre 0.0 y 1.0.

Ambas garantizan que el mapa se organice de una manera adecuada, y es indistinta la utilización de una o de otra.

- FUNCIÓN VECINDAD

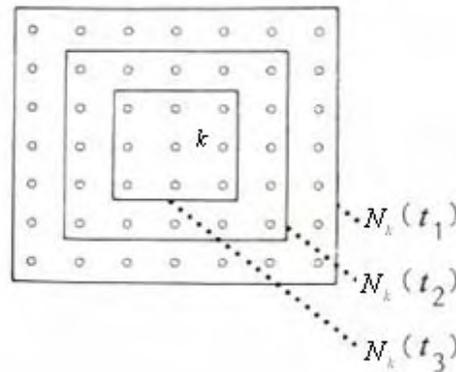
Se tiene evidencia a nivel neurobiológico de que hay una influencia lateral entre neuronas próximas cuando han sido excitadas. Además, una neurona excitada tiende a activar a aquellas neuronas próximas más que a las que están alejadas.

<sup>27</sup> Se recomiendan estos valores en función de los resultados empíricos que se han observado en diversas aplicaciones. De manera teórica, no es posible definir con precisión un valor específico que resulte adecuado para una red en particular.

<sup>28</sup> La cual será incluida en el entrenamiento de las redes formadas en el capítulo 3.

Para modelar esta situación, el modelo de Kohonen plantea la utilización de una función que ubica a la neurona ganadora en el centro de una vecindad de neuronas que llevan a cabo un *proceso cooperativo*. En esta función, la influencia de la neurona ganadora sobre las otras neuronas, disminuye gradualmente conforme la distancia a éstas aumenta (en la figura puede observarse cómo la vecindad de la neurona ganadora va siendo cada vez más pequeña conforme aumenta el tiempo  $t$  ( $N_k(t_3)$ )).

FIGURA 1.8 EVOLUCIÓN DE LA ZONA DE VECINDAD



La zona de influencia de la neurona ganadora a las otras neuronas va decreciendo conforme el tiempo  $t$  va avanzando (número de iteraciones), y depende de un parámetro  $\sigma$  que representa el radio de vecindad (o *radio de aprendizaje*). Este parámetro también decrece gradualmente conforme aumentan las iteraciones en el entrenamiento de la red. Para este propósito puede utilizarse la siguiente función:

$$\sigma(t) = f_{\sigma} \cdot \sigma(t-1) \quad \dots \quad (1.14)$$

Donde  $f_{\sigma}$  es el factor radial de aprendizaje<sup>29</sup>.

Normalmente se inicia el entrenamiento de la red con un valor grande de  $\sigma$  para lograr una ordenación global del mapa. El radio de vecindad va disminuyendo poco a poco hasta que solamente se actualizan los pesos de la neurona ganadora y un par de vecinas, o incluso sólo la neurona ganadora.

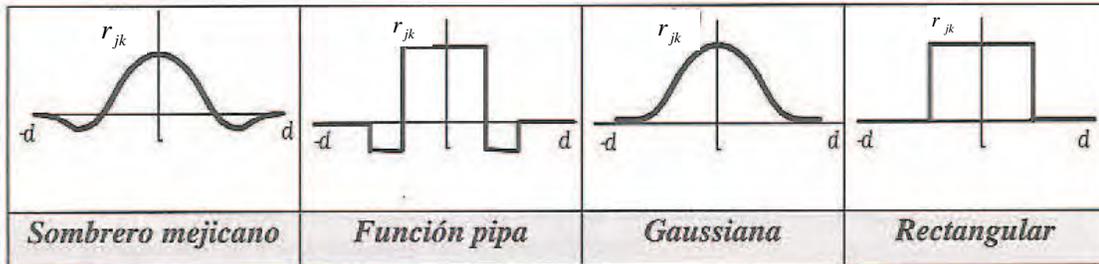
Hay distintas formas de las funciones vecindad, como la de sombrero mexicano, la función pipa, la gaussiana y la rectangular, las cuales pueden verse en la figura 1.9:

La función vecindad más sencilla es la función escalón o rectangular, donde dependiendo de la distancia de la neurona  $j$  a la ganadora  $k$  puede determinarse si pertenece o no a la vecindad de  $k$ . Esta función delimita una frontera nítida alrededor de la neurona ganadora, y conforme pasa el tiempo  $t$  se actualizan solamente las neuronas que distan de la ganadora menos de una cierta distancia.

<sup>29</sup> También será utilizada esta expresión en el capítulo III

$$r_{jk} = \begin{cases} 0, & \text{si } \|j - k\| > \text{radio } \sigma \\ 1, & \text{si } \|j - k\| \leq \text{radio } \sigma \end{cases} \dots (1.15)$$

FIGURA 1.9 DISTINTAS FUNCIONES DE VECINDAD



Con una función de este tipo, el radio debe disminuir más lentamente que con otro tipo de funciones, para asegurar la formación correcta del mapa.

Las funciones gaussianas y de sombrero mexicano son continuas y derivables en todos sus puntos, que delimitan vecindades decrecientes, mismas que pueden ser traducidas en niveles de pertenencia a la vecindad, en lugar de establecer criterios de pertenencia.

La función de vecindad debe responder a dos requerimientos específicos:

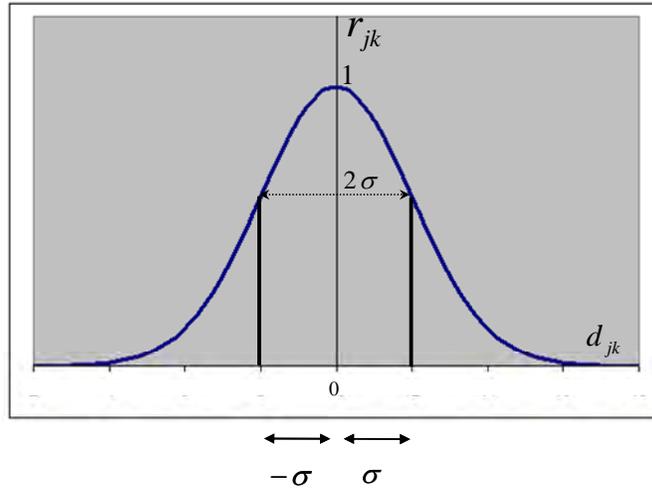
- Es simétrica con respecto al máximo punto definido, el cual se sitúa donde está la neurona ganadora, que es donde la función tiene su máximo valor.
- La amplitud de la función vecindad disminuye gradualmente conforme aumenta la distancia de la neurona ganadora a sus vecinas, y tiende a cero conforme la distancia aumenta a infinito.

La función que cumple con estos requisitos, es la función Gaussiana;

$$r_{jk}(t) = \exp\left(\frac{-d_{jk}^2}{\sigma(t)^2}\right) \dots (1.16)$$

Aquí puede verse el factor  $\sigma$  que muestra la amplitud de la vecindad de la neurona  $k$ , e indica el grado en el que participan del aprendizaje las neuronas vecinas.

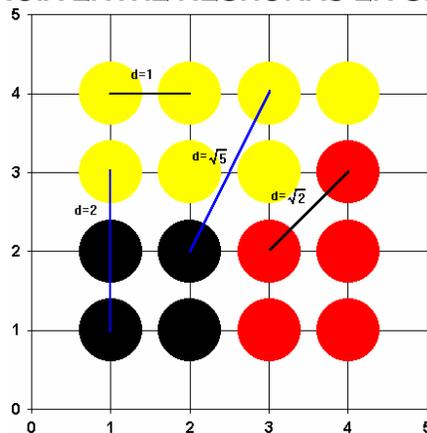
FIGURA 1.10 FUNCIÓN GAUSSIANA (PUNTO MÁXIMO  $d_{jk} = 0$ )



Con relación a la influencia que ejerce la neurona ganadora sobre sus vecinas, debe notarse que la ecuación gaussiana 1.16 es similar a una distribución normal, centrada en el valor  $d_{jk}$  con una desviación estándar de  $\sigma(t)$ . Esto implica que la influencia de la neurona ganadora afecta inicialmente a todas las otras del mapa (debido al valor inicial grande de  $\sigma(t)$ ), y gradualmente el tamaño de la vecindad de la neurona ganadora va disminuyendo.

El término  $d$  determina la distancia de la neurona vencedora a cualquier otra neurona excitada  $j$ . Tratándose de un mapa de una dimensión (cadena lineal), la distancia sería un entero igual a  $|j - k|$  (número de neuronas entre la excitada  $j$  y la vencedora  $k$ ). En el caso, más común de un mapa bidimensional, la distancia  $d$  equivale a  $\|j - k\|$  (de la neurona excitada  $j$  a la vencedora  $k$ ). Se utiliza normalmente la norma euclídeana considerando que la distancia existente entre dos neuronas es uno, como se muestra en la figura<sup>30</sup>.

FIGURA 1.11 DISTANCIA ENTRE NEURONAS EN UN MAPA DE KOHONEN

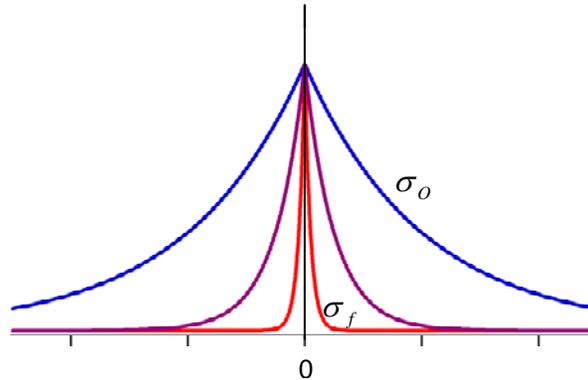


<sup>30</sup> Normalmente se hace referencia a la distancia euclídeana entre dos vectores se cuando se utiliza el símbolo  $\|\cdot\|$ .

Una vez analizado esto, puede afirmarse que esta función responde más adecuadamente a la interpretación biológica de la interacción lateral entre neuronas que una función rectangular, por lo que esta función es la que se utiliza generalmente.

Conforme el tiempo  $t$  avanza, el tamaño de la vecindad disminuye, debido a que el parámetro  $\sigma$  va decreciendo, como puede apreciarse en la figura siguiente:

FIGURA 1.12 EVOLUCIÓN DE LA FUNCIÓN VECINDAD.



Al utilizar la función vecindad se garantiza que las neuronas que representan objetos con características similares permanezcan juntas en el mapa.

- REGLA DE APRENDIZAJE

El proceso de aprendizaje que lleva a cabo el ordenamiento del mapa, visto en la sección 1.3.4.1 puede ser entendido más formalmente como se muestra enseguida.

El efecto que realiza la regla de aprendizaje es acercar más el vector de pesos  $\mathbf{w}_j$  al vector presentado  $\mathbf{x}_p$  como puede verse en la siguiente expresión que corresponde al incremento que sufre el peso de la neurona ganadora:

$$\Delta \mathbf{w}(t) = \alpha \cdot (\mathbf{x} - \mathbf{w}) \dots (1.17)$$

equivalente a:

$$\Delta \mathbf{w}(t) = \alpha \cdot \mathbf{x} - \alpha \cdot \mathbf{w} \dots (1.18)$$

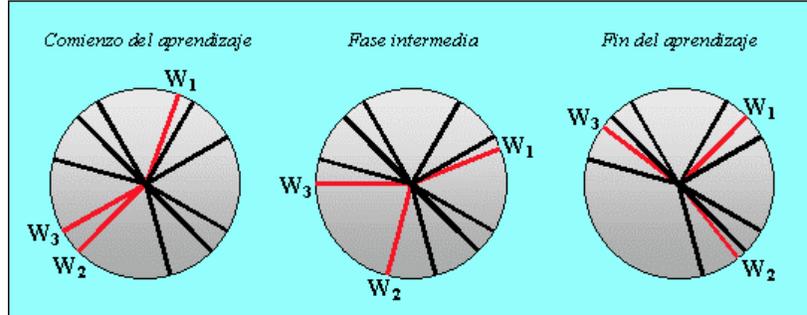
Con esta expresión puede verse que en cada iteración, el vector de pesos pierde una parte de su información original (es decir  $-\alpha \cdot \mathbf{w}$ ), y ésta es sustituida por una parte del vector actual presentado (representado por  $\alpha \cdot \mathbf{x}$ ). La pequeña parte del vector original que se pierde representa un término denominado *de olvido*.

Al añadirse en cada iteración una parte de la información del vector  $\mathbf{x}$ , el vector de pesos  $\mathbf{w}$  se parece más al vector de entrada.

Este hecho puede ser entendido más claramente con el siguiente esquema, en el que se ve la forma en la que el vector de pesos *rota* lentamente durante el proceso de

entrenamiento hacia los vectores  $\mathbf{x}$  de entrada presentados. En este caso se supone que hay tres *clusters* o grupos de vectores de información, los pesos se plantean inicialmente como aleatorios y finalmente después del proceso de aprendizaje, los tres vectores de pesos quedan estabilizados como representantes o *centroides* de los tres grupos.

FIGURA 1.13 PROCESO DE APRENDIZAJE EN DOS DIMENSIONES



- ETIQUETAMIENTO

Finalmente en la formación de un mapa autoorganizado, se ha logrado mediante la aplicación del algoritmo que los pesos o neuronas similares queden cerca unos de otros. Pero falta la interpretación final de toda esta información, es decir, determinar la pertenencia a cada clase de los distintos pesos o neuronas que han sido formados en el entrenamiento de la red.

A este problema de relacionar cada neurona con el grupo al que pertenece se le llama *etiquetamiento* (*labeling* en inglés). Este proceso tiene un desarrollo sencillo si se conoce a priori la clasificación de los datos, y es presentado a continuación.

Dadas  $N$  clases y un conjunto de objetos  $o_i$ , cada uno perteneciente a una clase  $c(i) \in \{1, \dots, N\}$ , se forma una matriz  $P$  de  $N \times M$  dimensiones, donde  $M$  es el número de neuronas en el mapa. Los elementos de la matriz  $P$  son inicializados en 0.

El proceso para etiquetar las neuronas en el mapa es el siguiente:

1. Se presenta el objeto  $o_i$  de la clase  $c(i)$  a la red y se calcula la distancia  $\|o_i - w_j\|$  de este objeto a cada una de las neuronas o pesos.

2. Sea  $P_{c(i),j} = P_{c(i),j} + \frac{1}{\|o_i - w_j\|} \quad \forall j$

3. Deben repetirse los pasos 1 y 2 hasta que se hayan presentado a la red todos los ejemplos u objetos a ser clasificados.

4. Se determina finalmente el siguiente dato que representa en sí la etiqueta:

$$l_m = \max_{n=1 \dots N} \{P_{n,m}\} \quad \text{para } m = 1, \dots, M$$

5. Se asigna la etiqueta de la clase  $l_m$  a la neurona  $m$ .

Este proceso tiene ciertas condiciones que requieren ser tomadas en cuenta durante el desarrollo del mismo; como el hecho de que en ciertos casos puede haber un máximo ambiguo o que no queden clasificadas algunas neuronas, por lo que debe haber al menos tantos objetos a clasificar como neuronas en el mapa.

El procedimiento explicado se aplica a un mapa autoorganizado en el caso que se cuente con varios ejemplos de etiquetamiento para cada grupo. Es por esto que debe formarse una matriz en la cual se acumule la información de la distancia de cada neurona a cada objeto, buscándose el valor máximo para cada clase (dado que al obtener la inversa de las distancias, ésta es mucho mayor al ser mínima la distancia entre los datos).

En el caso de tener solamente un ejemplo de cada clase para etiquetar cada neurona, puede obtenerse la clasificación de los pesos calculándose la distancia de cada neurona al ejemplo propuesto para cada clase, y posteriormente asignar la etiqueta de la clase obtenida a cada uno de los vectores agrupados bajo la representación de ese peso o neurona.

Ahora, se verán en el siguiente apartado algunas de las principales aplicaciones de los mapas de Kohonen, las cuales facilitarán el entendimiento de su operación.

### **1.3. APLICACIONES DE LAS REDES DE KOHONEN**

El modelo de Kohonen tiene numerosas aplicaciones, a pesar de que puede considerarse una limitación el número de iteraciones para terminar la fase de aprendizaje.

Entre sus principales usos puede mencionarse el reconocimiento de patrones (de voz, texto, imágenes, etc.), reducción de dimensiones, preprocesamiento de datos para usarlos en otros sistemas y clasificación de datos.

De acuerdo a lo explicado en el algoritmo de aprendizaje de Kohonen, puede comprenderse que estas redes sean utilizadas para realizar tareas de clasificación equivalentes a lo que efectúa un análisis de conglomerados. De manera que puede lograrse mediante la formación de un mapa autoorganizado la clasificación de datos, al reducir el número de objetos o casos estudiados en un número menor de grupos.

En este trabajo, se aplicará esta metodología en la solución de un problema de clasificación de regiones en México, de acuerdo a su nivel socioeconómico. En el capítulo siguiente se expone con más detalle este problema.

### **1.4. NOTAS FINALES SOBRE EL USO DE UNA RED SOM**

Hasta el momento se ha explicado la forma en la que se realiza un mapa autoorganizado o SOM, sus características y las variables involucradas en el desarrollo del mismo. Debe señalarse que el resultado que se obtenga al desarrollar un mapa generalmente es correcto si las actualizaciones son lo suficientemente lentas para que los valores de la red puedan converger, independientemente de la alternativa que se tiene en las fórmulas involucradas en el algoritmo.

Al respecto de la utilización de este método, hay que tener presente que la información a ser presentada a la red debe ser analizada antes de que la aprenda. Es un error pensar que a las redes neuronales se les puede presentar cualquier información y que se pueden obtener resultados adecuados. En realidad, las variables de los objetos que se le van a presentar a la red deben ser analizadas cuidadosa y minuciosamente, para evitar redundancia innecesaria en la información.

Es incluso conveniente realizar un análisis entre las variables presentadas para reducir su dimensionalidad antes de entrar en la fase de entrenamiento de la red para evitar información innecesaria.

Por otro lado, debido a la gran cantidad de información que se maneja en una red SOM, así como por el número tan elevado de iteraciones que se requieren para que el mapa llegue a un punto de convergencia en sus pesos, éste método es tratado generalmente a través de un programa que efectúa de manera efectiva todo el algoritmo de aprendizaje así como el proceso de etiquetamiento de las neuronas.

Generalmente los programas que simulan el comportamiento de un mapa autoorganizado de Kohonen, ayudan a entender de una manera visual cómo se organizan los datos en una red de este tipo, de manera similar a lo visto en la gráfica 1.11 Dentro del campo de las RNA está reconocido el programa DataEngine como una herramienta efectiva para extraer información útil a partir de los datos proporcionados. Dicho software será utilizado en este trabajo para la formación de los mapas autoorganizados que se verán en el capítulo 3.

Por último cabe mencionar que pueden encontrarse en Internet numerosos recursos gratuitos relacionados con este tema, así como matrices de datos con las cuales puede efectuarse un trabajo de reconocimiento de patrones utilizando mapas de Kohonen.

---

## REGIONES SOCIOECONÓMICAS DE MÉXICO

---

### 2.1. INTRODUCCIÓN

Debido a la gran necesidad de entender la situación actual de México, en cuanto al nivel social y económico que tienen los habitantes del país, se han venido haciendo estudios que buscan medir el bienestar de la población mexicana, un ejemplo de éstos en la actualidad son los realizados por CONAPO<sup>31</sup>, los cuales muestran la situación actual demográfica del país mediante información relacionada temas como la migración, fecundidad, salud, etc.

Con el primer antecedente en cuanto a la generación de estadísticas en México, se tienen los recuentos de población que se realizaron en la época precolombina (alrededor del s. XII). Del primer censo formal que se tiene noticia está el de Revillagigedo en el año 1790, obteniéndose información en aquel tiempo sobre la economía y los recursos naturales del país.

Los trabajos relacionados con la búsqueda de información sobre distintos aspectos básicos de la sociedad, sirvieron desde aquel entonces y hasta la fecha como un apoyo para conocer la realidad social y económica del país, así como para tomar decisiones relativas a la gestión pública.

Con la fundación de la DGE en 1882 (Dirección General de Estadística; área del gobierno federal) y posteriormente la creación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática en 1983 (INEGI; órgano desconcentrado que integró otras dos áreas del gobierno, siendo una de ellas la DGE), se busca lograr la consolidación de toda la información estadística del país, misma que ha servido como una guía para el gobierno en el diseño e implementación de políticas y programas de desarrollo, así como para la utilidad de los usuarios en general.

El INEGI tiene la responsabilidad tanto de integrar información producida por otras instituciones (sectores público, privado o social), así como de generar estadísticas propias. Estas son realizadas generalmente por el Instituto a través de censos nacionales y encuestas por muestreo, además de algunos estudios sociodemográficos o económicos.

Para poder ofrecer un servicio público de información, que sea de calidad y muy eficaz, en esta época de enorme apertura en los mercados mundiales, el INEGI ha buscado la creación de nuevos productos estadísticos.

---

<sup>31</sup> Consejo Nacional de Población, instituido el 27 de marzo de 1974, cuya misión según indica en su página de Internet es la de "regular los fenómenos que afectan a la población en cuanto a su volumen, estructura, dinámica y distribución en el territorio nacional, con el fin de lograr que ésta participe justa y equitativamente de los beneficios del desarrollo económico y social" (CONAPO. México. *Información General*. 2007. <<http://www.conapo.gob.mx/00que/01.htm>> (consulta: enero 9 de 2008).

Asimismo, aprovechando el gran avance en las tecnologías de la información, el acceso a los productos que genera el Instituto ha mejorado significativamente en los últimos años, ya que la mayoría de éstos han sido publicados en su página de consulta en Internet. Dichos productos vienen acompañados de la metodología y las referencias necesarias para que el usuario pueda interpretarla y utilizarla.

De esta forma, mucha de la información estadística de nuestro país y la metodología empleada para generarla se encuentran disponibles para todo aquel que tenga el interés de conocer mejor diversos aspectos de México, pero también puede emplearse para efectuar análisis más detallados sobre ciertas características particulares.

Uno de los productos publicados por el INEGI es *Regiones Socioeconómicas de México*, el cual es resultado del estudio de distintas variables que involucran características de nivel socioeconómico de la población mexicana.

El planteamiento de este estudio, sus antecedentes, objetivo y contenido, son expuestos en este capítulo. El análisis y estudio de estas variables se efectuará en la última sección de este trabajo, pero desde otra perspectiva. El objetivo fundamental se centra en entender mejor cuáles son los determinantes involucrados en las diferencias de nivel económico y social de los mexicanos.

## 2.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El producto *Regiones Socioeconómicas de México 2004*, ha sido modificado a través del tiempo y actualizado con base en los resultados de los distintos censos de población que se han efectuado en México. Dicho estudio fue elaborado con la información obtenida del XII Censo General de Población y Vivienda 2000, la cual se basa en una sola temática relacionada con el nivel socioeconómico.

A continuación se describen brevemente los estudios hechos con anterioridad y que sirvieron como base para este producto. Tanto éste estudio como los anteriores tuvieron el mismo objetivo de agrupar estados o municipios que compartieran características en cuanto a su situación social y económica.

Los primeros estudios con este tipo de análisis fueron los "**Cuadernos de Información para la planeación de los estados**", publicados a finales de la década de los ochentas. Dichos cuadernos tocaban el tema referente al "Bienestar Social" al estudiar 15 indicadores y mostrar, por medio de mapas, la ubicación geográfica de los municipios con mejor y peor situación socioeconómica, representados en grupos que compartían características parecidas.

La metodología que el INEGI utilizó en este estudio fue la de componentes principales, técnica usada para formar estratos homogéneos.

Después, en 1994 se publicó el producto "**Niveles de Bienestar en México**", el cual consistió de un análisis que clasificaba a los estados y municipios, de manera univariada y multivariada. En cuanto a la parte univariada, se tocaba solamente un indicador de los propuestos en el estudio, en la parte multivariada analizó lo referente a educación, ocupación, vivienda, urbanización y nivel socioeconómico.

En este estudio se utilizó información del XI Censo General de Población y Vivienda, y para llevar a cabo la formación de estratos con base en los indicadores mencionados,

utilizó un algoritmo que servía para formar regiones homogéneas, perteneciente al análisis de conglomerados (cluster analysis).

Posteriormente, en el año 2000, con los resultados preliminares del XII Censo General de Población y Vivienda, el INEGI publica los “**Niveles de Bienestar en México, 2000**”.

En este producto, el INEGI únicamente contempla la parte multivariada, debido a que las consultas hechas por los usuarios del producto anterior estuvieron relacionadas en su gran mayoría con el tema del nivel socioeconómico.

Al publicarse este estudio se decide no continuar con la publicación en papel del mismo, para ser puesto en la página del Instituto en Internet como sistema de consulta, y así aprovechar la rápida generación de gráficas y mapas que ayudan a un mejor entendimiento de la información proporcionada. La metodología utilizada es la misma que en el producto anterior.

Finalmente, el INEGI presenta en el 2004 un nuevo producto llamado “**Regiones Socioeconómicas de México**” en donde la principal diferencia es el estudio de las variables a nivel *AGEB* (Área Geoestadística Básica<sup>32</sup>). Este estudio parte de los resultados del XII Censo General de Población y Vivienda 2000 y busca, a través de los indicadores propuestos, realizar un análisis comparativo de la situación económica y social del país, agrupando para este fin en 7 estratos o grupos a las entidades federativas, municipios y AGEBs de acuerdo a las diferencias y similitudes que se observaron en las condiciones socioeconómicas de cada área en cuestión.

La agrupación en 7 estratos permite conocer de esta manera, dependiendo del estrato al que pertenezca, si el área a estudiar tiene una situación favorable con respecto al promedio de los indicadores utilizados. El estrato 7 contiene a los estados, municipios y AGEBs con mejor situación socioeconómica, y así gradualmente va bajando este nivel hasta llegar al estrato 1 donde están las áreas con la situación de bienestar menos favorable.

Se muestran enseguida las características del producto para conocer de manera más específica sus aplicaciones.

### 2.3. CARACTERÍSTICAS

El principal objetivo del estudio Regiones Socioeconómicas de México es hacer un resumen comparativo de las diferencias y similitudes encontradas en los indicadores a nivel entidad federativa, municipios y AGEBs, los cuales contienen información relacionada con vivienda, educación, salud y empleo.

El INEGI establece como su objetivo “la formación de grupos homogéneos, cada uno reflejando características similares dentro del mismo”<sup>33</sup>. Como consecuencia de esto, es

---

<sup>32</sup> Las AGEB's pueden ser urbanas o rurales, dependiendo en qué área estén contenidas; ya sean localidades urbanas o localidades de uso agropecuario o forestal (rurales). Están constituidas por áreas geográficas compuestas por un conjunto de manzanas, en el caso rural, con hasta 50 habitantes. Las AGEB's rurales puede ser de hasta 10,000 hectáreas con menos de 2,500 habitantes cada una.

<sup>33</sup> INEGI. 2007. *Regiones Socioeconómicas de México*. México. [http://jweb.inegi.gob.mx/niveles/datosnbi/reg\\_soc\\_mexico.pdf](http://jweb.inegi.gob.mx/niveles/datosnbi/reg_soc_mexico.pdf) (consulta: enero 14 de 2008).

más fácil ubicar de una manera práctica a todas aquellas áreas que están en los estratos extremos, tanto los que están calificados como estrato 1, con graves carencias, como los que están en el nivel 7, de los cuales podría decirse que representan un nivel de bienestar social y económico alto.

Al estudiarse las observaciones que el INEGI publica, debe tenerse siempre presente que están hechas a un nivel global, esto quiere decir, por ejemplo, que no todos los habitantes de un municipio o estado clasificados en el estrato 7 tendrán un excelente nivel de vida. El estrato 7 es resultado de promediar áreas muy grandes, por lo que aún debe considerarse que hay mucho trabajo por hacer para elevar el nivel de vida de todos los mexicanos en general, sin importar el estrato al que pertenezca su municipio o estado.

El INEGI señala que no busca con este estudio medir la pobreza o la marginación, y señala como la parte responsable del gobierno de proporcionar esta información a la SEDESOL<sup>34</sup>.

Debido a lo ya mencionado, se busca que este estudio sirva tanto para los análisis que requieren las áreas de gobierno encargadas de la programación socioeconómica, como para usuarios particulares, los cuales pueden tener diversos intereses; como académicos o incluso empresariales.

### **2.3.1. INDICADORES**

Como se mencionó anteriormente, la clasificación de estados, municipios y AGEBs se hizo con base en una serie de indicadores, cada uno de los cuales muestra un aspecto diferente relacionado con el nivel de bienestar de la población en un área geográfica determinada.

#### **2.3.1.1. SELECCIÓN**

Para llevar a cabo este estudio, los indicadores fueron analizados con relación al uso que se les había dado en versiones anteriores, y también se hicieron planteamientos de nuevos indicadores que ayudaran a reflejar de una mejor manera la situación socioeconómica del país.

El estudio agrupó a los indicadores de la siguiente forma:

- Infraestructura de la vivienda.
- Calidad de la vivienda.
- Hacinamiento.
- Equipamiento de la vivienda.
- Salud.
- Educación.
- Empleo.

Al elegir los indicadores, se buscó que en general pudieran tener una interpretación en cuanto a la magnitud de las mismas, es decir, que a mayor valor se tuviera una mejor

---

<sup>34</sup> La metodología propuesta para medir pobreza en México fue hecha por un comité de técnicos mexicanos (CMTP) en 2001 con base en las canastas básicas alimentarias urbanas y rurales.

situación. Esto quiere decir que en general se midieron porcentajes que representan datos positivos (viviendas con energía eléctrica, con drenaje, población en viviendas que usan gas o electricidad para cocinar, etc.). Por ejemplo, una entidad en la que el indicador que arroja el porcentaje de viviendas con agua entubada es del 95%, tendrá una mejor situación en ese rubro que otra zona con un porcentaje del 20%.

Tomando en cuenta que hay casos en el Censo en los que no especifica si se da o no la característica con la que se forma el indicador (no respuesta), éstos fueron excluidos del universo total de observaciones tomadas.

A continuación se enlistan los indicadores utilizados en este estudio, divididos de acuerdo a la temática por la cual fueron incluidos:

### **I. Infraestructura de la vivienda:**

Los indicadores en este rubro se refieren a la población, en lugar de al número de viviendas, como se había estado haciendo en productos anteriores.

1. Porcentaje de población en viviendas con agua entubada en el ámbito de la vivienda (dentro de la vivienda o fuera de la vivienda pero dentro del terreno)
2. Porcentaje de población en viviendas con energía eléctrica
3. Porcentaje de población en viviendas con drenaje

### **II. Calidad de la vivienda**

En este apartado se consideraron los indicadores que mostraran la calidad de pisos, paredes y techos de una vivienda, por ser estos factores de particular importancia en cuanto a la determinación del nivel de vida de las personas.

4. Porcentaje de población en viviendas con piso diferente de tierra.
5. Porcentaje de población en viviendas con paredes de materiales durables (tabique, ladrillo, bloque, piedra, cantera, cemento o concreto).
6. Porcentaje de población en viviendas con techos de materiales durables (losa de concreto, tabique, ladrillo o terrado con viguería).

### **III. Hacinamiento**

Este indicador se calculó a nivel de las viviendas y clasifica como 'sin hacinamiento' a aquellas viviendas en donde el cociente de ocupantes entre cuartos sea menor o igual a dos. Esto quiere decir que por cada dos habitantes en cada vivienda debe haber al menos un cuarto para que no se califique como 'con hacinamiento' a esa casa.

La única variable considerada en este tema es:

7. Porcentaje de población en viviendas sin hacinamiento.

### **IV. Equipamiento en la vivienda**

Con relación a los estudios anteriores, se han venido considerando nuevos indicadores que reflejan la calidad de vida dentro de la vivienda, como son el uso exclusivo de sanitario, el uso de gas o electricidad para cocinar y también aspectos de comunicación y entretenimiento, como el hecho de tener una televisión o un radio. También lo relativo a tener teléfono y automóvil propios se consideró perteneciente a este tema.

Los indicadores considerados en este rubro son los siguientes:

8. Porcentaje de población en viviendas con servicio sanitario exclusivo.
9. Porcentaje de población en viviendas que usan gas o electricidad para cocinar.
10. Porcentaje de población en viviendas con refrigerador.
11. Porcentaje de población en viviendas con radio, radiograbadora o televisión.
12. Porcentaje de población en viviendas con teléfono.
13. Porcentaje de población en viviendas con automóvil o camioneta propios.

## V. Salud

En el XII Censo General de Población y Vivienda, a diferencia de censos anteriores, se obtuvo información relacionada con la *derechohabiencia a los servicios de salud*. Aunque este indicador no denotaría precisamente el estado de salud o enfermedad de la población, sino que permitiría identificar la proporción de población protegida.

La derechohabiencia a servicios de salud se refiere únicamente a las instituciones del IMSS, ISSSTE, PEMEX, DEFENSA o MARINA.

En cuanto a salud, el siguiente indicador fue el único considerado para la clasificación a nivel municipal y AGEB. A nivel estatal se consideró también otro indicador, ubicado éste en el número 28.

14. Porcentaje de población con derechohabiencia a servicios de salud.

## VI. Educación

El objetivo central de los indicadores relacionados con este tema, se enfoca en el alfabetismo de ciertos sectores de la población. Entre éstos se consideró al grupo de 15 años y más que fueran alfabetos. Asimismo, se incluyó al grupo de niños de 6 a 14 años que van a la escuela, por ser ésta la edad en que se cursa la educación básica. El grupo que rebasa esta edad, pero sigue siendo menor de edad, y que sigue preparándose en la escuela, representa a la población que se espera tenga mejores oportunidades. Los indicadores que se contemplaron fueron los siguientes:

15. Porcentaje de población de 15 años y más alfabeto.
16. Porcentaje de niños de 6 a 14 años que asisten a la escuela.
17. Porcentaje de adolescentes de 12 a 17 años que asisten a la escuela.
18. Porcentaje de población de 15 años y más con instrucción postprimaria.

## VII. Empleo

Bajo este rubro se consideraron distintos elementos que tienen que ver con la ocupación en general de la población. Se tomó en cuenta la población de 20 a 49 años que trabajan (por considerar esta edad como la más factible para trabajar<sup>35</sup>), así como porcentaje de mujeres que trabajan. Este último indicador puede aportar información relacionada con ciertos fenómenos demográficos, como la migración.

---

<sup>35</sup> Algunos indicadores demográficos, como la tasa de dependencia, consideran como grupos productivos a la población que se ubica en los rangos de edad de 15 a 64 años.

También se consideraron a las personas que tienen ingresos, ya sea porque trabajan y reciben un pago o por ser pensionados o jubilados. A esta parte de la población se le comparó contra el total de la población.

En cuanto a los ingresos que reciben distintos sectores de la población, se agruparon los indicadores en relación a un cierto número de salarios mínimos recibidos.

Un indicador que tiene un sentido negativo, es decir, a mayor valor peor situación, es el relativo a los trabajadores familiares sin pago. Al respecto, pueden definirse éstos como aquellas personas que participan en actividades que sirven de apoyo a su sustento o al de sus familias, sin percibir a cambio alguna remuneración monetaria o en bienes susceptibles de intercambiar en el mercado.

Finalmente, en cuanto al tipo de actividad en que se ocupa la población, el INEGI incluyó a la población trabajando en el sector terciario formal, por tener éste ciertas prestaciones y derechos que en otros sectores no se tienen. Dentro de las actividades incluidas en el sector terciario informal se encuentran las de comercio, transporte, gobierno y otras<sup>36</sup>.

Buscando un indicador que muestre la presencia de trabajo calificado, se propuso incluir a la población ocupada que sea profesionista o técnico, como un factor que puede indicar el nivel de escolaridad y preparación de la gente.

Los indicadores considerados bajo el rubro de empleo son los siguientes:

19. Porcentaje de población ocupada femenina.
20. Porcentaje de población económicamente activa entre 20 y 49 años.
21. Perceptores por cada 100 personas
22. Porcentaje de población ocupada que percibe más de dos y medio salarios mínimos.
23. Porcentaje de población ocupada que percibe más de cinco salarios mínimos.
24. Porcentaje de población en hogares que perciben más de \$10.42 diarios por persona.
25. Porcentaje de población ocupada que son trabajadores familiares sin pago.
26. Porcentaje de población ocupada en el sector terciario formal.
27. Porcentaje de población ocupada que son profesionistas o técnicos.

Los anteriores fueron los indicadores con los que el INEGI realizó el estudio comparativo a nivel municipal y AGEB. Sin embargo, a nivel de entidad federativa se consideraron, además, otros tres indicadores. A nivel municipal y AGEB no fueron tomados en cuenta puesto que el INEGI consideró que éstos no influenciaban de manera significativa en la clasificación final:

28. Porcentaje de hijos sobrevivientes de las mujeres de 20 a 34 años
29. Segregación en términos de alfabetismo.
30. Porcentaje de población económicamente inactiva de 65 años y más que es jubilada o pensionada.

En cuanto a estos tres últimos indicadores, puede comentarse lo siguiente: el número 28 está relacionado con el tema de la salud en la etapa reproductiva de la mujer.

---

<sup>36</sup> Glosario de términos del XII Censo General de Población y Vivienda 2000, página WEB del INEGI.

El indicador 29 se refiere a la inequidad entre hombres y mujeres en cuanto al alfabetismo, y es igual a 0 cuando hay equilibrio entre los dos sexos (ya que no habría segregación en este caso).

El último indicador muestra a la población que es jubilada o que tiene la prestación de su pensión, lo que podría ser considerado como una ventaja con respecto al total de la población que no comparte estas características<sup>37</sup>.

### 2.3.1.2. DEFINICIONES

Las siguientes son las fórmulas utilizadas para calcular cada uno de los indicadores utilizados en la formación de los estratos socioeconómicos de México, tal como lo publicó el INEGI en su página en Internet<sup>38</sup>, en el documento que explica los antecedentes y metodología del producto.

El orden en que son presentados aquí es el mismo de los análisis hechos por el INEGI en cada nivel (estatal, municipal y AGEB), y debe recordarse que los últimos 3 indicadores sólo se consideraron en el estudio hecho a nivel nacional.

TABLA 2.1 DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES

INDICADOR	FÓRMULA
1. Porcentaje de población en viviendas con agua entubada en el ámbito de la vivienda	$\frac{(\text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda, es decir, dentro de la vivienda o fuera de la vivienda pero dentro del terreno} / (\text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas} - \text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas que no especifican disponibilidad de agua entubada})) \times 100}{100}$
2. Porcentaje de población en viviendas con energía eléctrica	$\frac{(\text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica} / (\text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas} - \text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas que no especifican disponibilidad de energía eléctrica})) \times 100}{100}$
3. Porcentaje de población en viviendas con drenaje	$\frac{(\text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje conectado a red pública o fosa séptica} / (\text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas} - \text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas que no especifican disponibilidad de drenaje})) \times 100}{100}$

<sup>37</sup> Esta postura puede ser debatible si se considera que, en efecto, muchos trabajadores han gozado situaciones de privilegio en relación a sus condiciones de retiro, aprovechando la fuerza de los grupos corporativistas que han propiciado este tipo de "ganancias laborales". Algunos de los casos más sonados son el Sindicato Nacional de Trabajadores del Seguro Social y el Sindicato Mexicano de Electricistas. Sin embargo, muchos otros trabajadores que han llegado a la edad de retiro no cuentan o tienen una pensión que resulta insuficiente incluso para satisfacer necesidades básicas, derivado de la mala planeación y administración que causó la crisis financiera del sistema de pensiones en México a finales del s. XX, entre otras circunstancias.

<sup>38</sup> Ver pie de página número 32.

TABLA 2.1 DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES (CONTINUACIÓN)

INDICADOR	FÓRMULA
4. Porcentaje de población en viviendas con piso diferente de tierra	$\frac{\text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas con material predominante en pisos diferente de tierra}}{\text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas - Ocupantes en viviendas particulares habitadas que no especifican material predominante en pisos}} \times 100$
5. Porcentaje de población en viviendas con paredes de materiales durables	$\frac{\text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas con material predominante en paredes de tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento y concreto}}{\text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas - Ocupantes en viviendas particulares habitadas que no especifican material predominante en paredes}} \times 100$
6. Porcentaje de población en viviendas con techos de materiales durables	$\frac{\text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas con material predominante en techos de losa de concreto, tabique, ladrillo y terrado con viguería}}{\text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas - Ocupantes en viviendas particulares habitadas que no especifican material predominante en techos}} \times 100$
7. Porcentaje de población en viviendas sin hacinamiento	$\frac{\text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas "sin hacinamiento"}}{\text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas - Ocupantes en viviendas particulares habitadas que no especifican número de cuartos}} \times 100$
8. Porcentaje de población en viviendas con servicio sanitario exclusivo	$\frac{\text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas que disponen de servicio sanitario exclusivo en la vivienda}}{\text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas - Ocupantes en viviendas particulares habitadas que no especifican disponibilidad de servicio sanitario exclusivo en la vivienda}} \times 100$
9. Porcentaje de población en viviendas que usan gas o electricidad para cocinar	$\frac{\text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas que usan como combustible gas o electricidad para cocinar}}{\text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas - Ocupantes en viviendas particulares habitadas que no especifican tipo de combustible que usan para cocinar}} \times 100$
10. Porcentaje de población en viviendas con refrigerador	$\frac{\text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas que disponen de refrigerador}}{\text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas - Ocupantes en viviendas particulares habitadas que no especifican disponibilidad de refrigerador}} \times 100$
11. Porcentaje de población en viviendas con radio, radiograbadora o televisión	$\frac{\text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas que disponen de radio, radiograbadora o televisión}}{\text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas - Ocupantes en viviendas particulares habitadas que no especifican disponibilidad de radio, radiograbadora o televisión}} \times 100$
12. Porcentaje de población en viviendas con teléfono	$\frac{\text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas que disponen de teléfono}}{\text{Ocupantes en viviendas particulares habitadas - Ocupantes en viviendas particulares habitadas que no especifican disponibilidad de teléfono}} \times 100$

TABLA 2.1 DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES (CONTINUACIÓN)

INDICADOR	FORMULA
13. Porcentaje de población en viviendas con automóvil o camioneta propios	$\frac{\text{(Ocupantes en viviendas particulares habitadas que disponen de automóvil o camioneta propios)}}{\text{(Ocupantes en viviendas particulares habitadas -Ocupantes en viviendas particulares habitadas que no especifican disponibilidad de automóvil o camioneta propios)}} \times 100$
14. Porcentaje de población con derechohabiencia a servicios de salud	$\frac{\text{(Población derechohabiente a servicios de salud en el IMSS, ISSSTE, PEMEX, Defensa o Marina)}}{\text{(Población total - Población que no especifica condición de derechohabiencia a servicios de salud)}} \times 100$
15. Porcentaje de población de 15 años y más alfabeta	$\frac{\text{(Población de 15 años y más alfabeta)}}{\text{(Población de 15 años y más - Población de 15 años y más que no especifica condición de alfabetismo)}} \times 100$
16. Porcentaje de niños de 6 a 14 años que asisten a la escuela	$\frac{\text{(Población de 6 a 14 años que asiste a la escuela)}}{\text{(Población de 6 a 14 años - Población de 6 a 14 años que no especifica condición de asistencia escolar)}} \times 100$
17. Porcentaje de adolescentes de 12 a 17 años que asisten a la escuela	$\frac{\text{(Población de 12 a 17 años que asiste a la escuela)}}{\text{(Población de 12 a 17 años - Población de 12 a 17 años que no especifica condición de asistencia escolar)}} \times 100$
18. Porcentaje de población de 15 años y más con instrucción postprimaria	$\frac{\text{(Población de 15 años y más con instrucción postprimaria)}}{\text{(Población de 15 años y más -Población de 15 años y más que no especifica nivel de instrucción)}} \times 100$
19. Porcentaje de población ocupada femenina	$\frac{\text{(Población femenina de 12 años y más ocupada)}}{\text{(Población femenina de 12 años y más)}} \times 100$
20. Porcentaje de población económicamente activa entre 20 y 49 años	$\frac{\text{(Población económicamente activa de 20 a 49 años)}}{\text{(Población total)}} \times 100$
21. Perceptores por cada 100 personas	$\frac{\text{((Población ocupada de 12 años y más + Población económicamente inactiva que son jubilados o pensionados))}}{\text{(Población total)}} \times 100$
22. Porcentaje de población ocupada que percibe más de dos y medio salarios mínimos	$\frac{\text{(Población ocupada de 12 años y más que gana más de dos y medio salarios mínimos)}}{\text{(Población ocupada de 12 años y más - Población ocupada de 12 años y más que no especifica ingresos)}} \times 100$
23. Porcentaje de población ocupada que percibe más de cinco salarios mínimos	$\frac{\text{(Población ocupada de 12 años y más que gana más de cinco salarios mínimos)}}{\text{(Población ocupada de 12 años y más - Población ocupada de 12 años y más que no especifica ingresos)}} \times 100$
24. Porcentaje de población en hogares que perciben más de \$10.42 diarios por persona	$\frac{\text{(Población en hogares que ganan más de $10.42 per cápita diarios)}}{\text{(Población en hogares -Población en hogares que no especifican ingresos)}} \times 100$
25. Porcentaje de población ocupada que son trabajadores familiares sin pago	$\frac{\text{(Población ocupada de 12 años y más cuya situación en el trabajo es de trabajadores familiares sin pago)}}{\text{(Población ocupada de 12 años y más -Población ocupada de 12 años y más que no especifica situación en el trabajo)}} \times 100$

TABLA 2.1 DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES (CONTINUACIÓN)

INDICADOR	FORMULA
26. Porcentaje de población ocupada en el sector terciario formal	$\frac{\text{(Población ocupada de 12 años y más que labora en actividades del sector terciario (códigos SCIAN del 430 al 999) con excepción de las siguientes actividades: 461 al 469, 564, 710 al 713, 721, 810, 811 y 816 / (Población ocupada de 12 años y más -Población ocupada de 12 años y más que no especifica sector de actividad))}}{\text{Población ocupada de 12 años y más}} \times 100$
27. Porcentaje de población ocupada que son técnicos o profesionistas	$\frac{\text{(Población ocupada de 12 años y más cuya ocupación principal es profesionista o técnico / (Población ocupada de 12 años y más - Población ocupada de 12 años y más que no especifica ocupación principal))}}{\text{Población ocupada de 12 años y más}} \times 100$
28. Porcentaje de hijos sobrevivientes de mujeres de 20 a 34 años	$\frac{\text{((Hijos nacidos vivos de mujeres de 20 a 34 años -hijos fallecidos de mujeres de 20 a 34 años) / Hijos nacidos vivos de mujeres de 20 a 34 años)}}{\text{Población de mujeres de 20 a 34 años}} \times 100$
29. Segregación de género en términos de alfabetismo	$\frac{\text{ABS(1 - ((Población masculina de 15 años y más alfabetizada / (Población masculina de 15 años y más -Población masculina de 15 años y más que no especifica condición de alfabetismo)) / (Población femenina de 15 años y más alfabetizada / (Población femenina de 15 años y más - Población femenina de 15 años y más que no especifica condición de alfabetismo))))}}{\text{Población total de 15 años y más}} \times 100$
30. Porcentaje de población económicamente inactiva de 65 años y más que es jubilada o pensionada	$\frac{\text{(Población económicamente inactiva de 65 años y más que son jubilados y pensionados / Población económicamente inactiva de 65 años y más)}}{\text{Población total de 65 años y más}} \times 100$

Sobre los indicadores ya mencionados, hay algunas notas en el mismo documento emitido por el INEGI, en relación a la forma en la que se calculó su valor y cómo se tomaron ciertas circunstancias relacionadas con cada uno.

- Indicador 7: la vivienda se clasifica como "sin hacinamiento" si el cociente "Ocupantes/Cuartos" es menor o igual a 2; la cocina no se considera como cuarto cuando ésta es de uso exclusivo para cocinar.
- Indicador 14: en los tabulados censales se señala claramente que la persona que tiene derechohabencia a más de una institución se contabiliza en todas las que haya declarado, por lo que la suma de las poblaciones por institución puede resultar mayor a la población total. En este caso solo se contabiliza a la persona una sola vez, por lo tanto las cifras son menores a las de los tabulados censales.
- Indicador 24: este indicador se calcula a nivel hogar. Si alguno de sus miembros no tiene especificado el ingreso entonces todo el hogar se clasifica en el rubro de no especificado. Para calcular el ingreso diario per cápita del hogar, se suman los ingresos de todas las personas del hogar, se dividen entre 30 y se dividen entre la población de ese hogar. Si el hogar tiene un ingreso per cápita mayor a 10.42, entonces las personas de ese hogar se acumulan en el numerador. La servidumbre no forma parte de la población del hogar.

- Los indicadores 28, 29 y 30 sólo aplican en la clasificación de entidades federativas.

### 2.3.2. OBJETIVO DE LA METODOLOGÍA DEL INEGI

Como se refirió en la sección 3, el objetivo principal de este sistema de consulta es formar estratos homogéneos de las características socioeconómicas obtenidas de la población, de tal manera que las variables de las distintas áreas agrupadas en una misma clase sean cercanas o similares.

El método que propuso el INEGI para llevar esto a cabo está relacionado con un método que busca una solución para el *problema de estratificación óptima en muestreos multiparamétricos*<sup>39</sup>; este mismo algoritmo puede ser utilizado para formar grupos o estratos homogéneos, pues forma parte del análisis de conglomerados.

El resultado específico buscado por esta metodología es encontrar un *centroide* para cada conglomerado, con respecto al cual se realiza la clasificación de las variables en  $k$  dimensiones (número de variables socioeconómicas). La pertenencia de un vector a un grupo dependerá entonces de que éste tenga la mínima distancia (euclidiana) al centro del estrato considerando todas sus variables.

El INEGI presentó el estudio considerando todos los indicadores, realizando 32 clasificaciones a nivel entidad federativa, 2442 a nivel municipal y a nivel AGEB más de cincuenta mil, en cada caso clasificando en 7 estratos<sup>40</sup>.

### 2.3.3. INTERPRETACIÓN DEL SENTIDO DE LAS VARIABLES

Del significado de los indicadores, puede entenderse que el INEGI los calificó a todos, a excepción del 25, con un sentido positivo en tanto mayor fuera el porcentaje obtenido.

Esto puede ser fácilmente entendido puesto que los indicadores reflejan una característica positiva del nivel de las personas, por ejemplo el porcentaje de viviendas con agua entubada, luz, drenaje, población que tiene teléfono, población (de distintas edades) que asisten a la escuela, perceptores por cada cien personas, población con un ingreso superior a cierta cantidad, etc.

Sin embargo, en cuanto al indicador 25 (porcentaje de población ocupada que son trabajadores familiares sin pago) se considera el criterio opuesto, es decir, a mayor cantidad de trabajadores sin pago, peor situación (este planteamiento se mostrará gráficamente en el capítulo 3).

A continuación se muestra la parte visual de la clasificación realizada por el INEGI en su sistema de consulta.

<sup>39</sup> El INEGI aplicó el método de la siguiente publicación: Jarque C. (1981). *A solution to the problem of Optimum Stratification in Multivariate Sampling*. *Journal of the Royal Statistical Society* (técnica de análisis multivariado)

<sup>40</sup> Para información más específica se sugiere consultar esta metodología en Internet (INEGI. México. *Regiones Socioeconómicas de México. Antecedentes y Metodología*. 2007. <<http://jweb.inegi.gob.mx/niveles/jsp/index.jsp?c=5688>> (consulta: enero 14 de 2008)).

### 2.3.4. SISTEMA DE CONSULTA

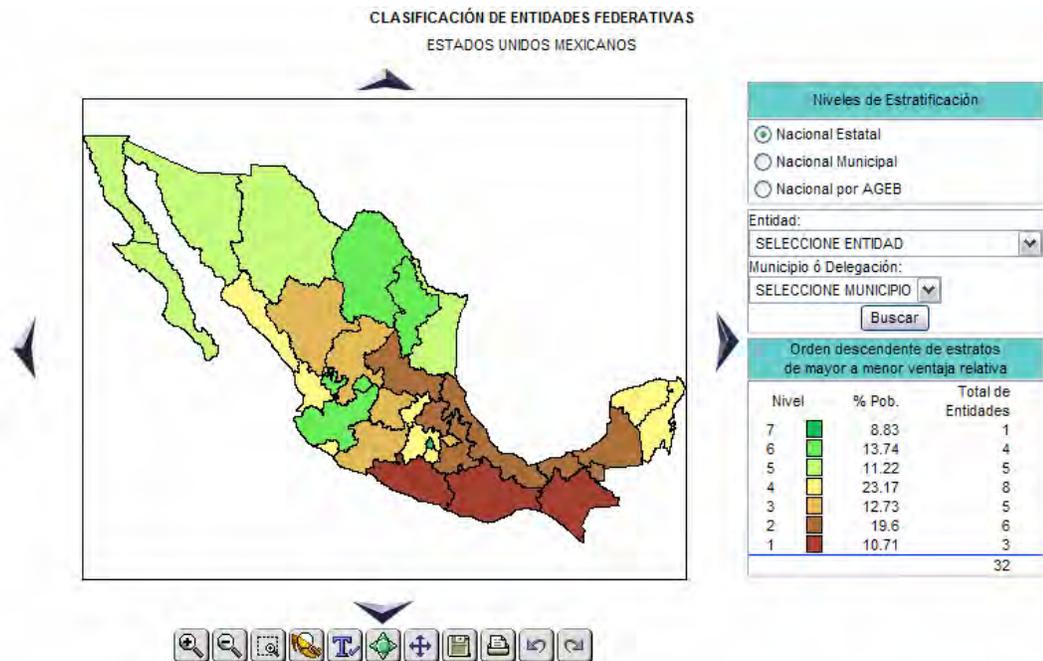
Parte fundamental de los resultados del estudio realizado por el INEGI, es el despliegue de mapas donde se muestra la clasificación obtenida de las distintas regiones geográficas del país (estados, municipios y AGEB's). Estos pueden ser consultados en la página WEB del Instituto y de esta forma, apreciar visualmente el nivel socioeconómico de las distintas regiones del país<sup>41</sup>.

En cada mapa consultado, el sistema muestra información importante por estrato, como es el número de unidades territoriales que lo conforman, la población en dichas unidades y los valores que tienen los indicadores. También es posible guardar información importante sobre el tema, como las matrices de datos utilizadas en el estudio y acceder a la información socioeconómica directa (variables absolutas e indicadores), catálogos de los nombres y la forma en que fueron construidos los indicadores.

De esta forma, al consultar este producto puede apreciarse visualmente, dependiendo del color que tengan las distintas regiones, cómo fueron clasificadas. El INEGI definió que los estratos altos tuvieran colores verdes (estratos 5 al 7), el medio (4) color amarillo y los estratos bajos tonos cafés y rojo (1 al 3). El tono más fuerte de verde está asociado al estrato 7 y baja la intensidad del color para los estratos 5 y 6, el café claro pertenece al estrato 3, el café oscuro al estrato 2 y el tono rojo está asociado al estrato 1.

A continuación se muestra la pantalla de consulta para el mapa de los 32 estados del país. Como es de esperarse de acuerdo a los colores utilizados por el INEGI, los estados del sur tienen colores cafés y los del norte, tonos verdes.

FIGURA 2.1 MAPA DE REGIONES SOCIOECONÓMICAS (INEGI 2000)



<sup>41</sup> INEGI. 2007. *Regiones Socioeconómicas de México*. México. <http://jweb.inegi.gob.mx/niveles/jsp/index.jsp?c=11724> (consulta: enero 9 de 2008).

De igual forma, para cada entidad federativa, a nivel municipal y AGEB, puede consultarse la estratificación obtenida por el Instituto. En el presente trabajo, dentro de la sección 3.3.4.1 se muestran las diferencias obtenidas entre la clasificación realizada por el INEGI y la propuesta en esta investigación, así como el mapa perteneciente al estado de Hidalgo a nivel municipal donde pueden apreciarse de manera visual los resultados y diferencias obtenidas en cada estudio.

Ahora, como parte final de este capítulo se presentan las notas finales referentes a la situación social y económica del país mostrada por el sistema del INEGI.

## 2.4. OBSERVACIONES FINALES

Al profundizar y conocer más a fondo los datos contenidos en las variables involucradas en este estudio, no debe perderse de vista que es una situación real que una gran cantidad de mexicanos está viviendo actualmente.

Desgraciadamente, la mayor parte de las variables, en gran parte del país, muestran valores muy por debajo de una situación medianamente aceptable; los municipios clasificados por el INEGI en el nivel 7 (el estrato socioeconómico más alto) son solamente 144, una cantidad mínima (sólo el 5.9%) comparada contra el número total de municipios (2442).

La tabla 2.2 contiene la clasificación que hace el INEGI de los 32 estados de la República Mexicana<sup>42</sup> en 7 estratos de acuerdo al nivel socioeconómico observado en los 30 indicadores expuestos en la tabla 2.1 (a nivel municipal y AGEB fueron 27 indicadores, los cuales son un subconjunto de los primeros).

Debido a que esta clasificación incluye la información total de cada estado, no pueden verse claramente las situaciones extremas en cada entidad, sobre todo las de pobreza. Aún así, pueden verse tres estados que están ubicados en el estrato 1 que es el más bajo, éstos son Chiapas, Guerrero y Oaxaca, estados cuyo rezago socioeconómico es conocido.

De los tres estados ubicados en el estrato 1, puede decirse que el que se encuentra en la peor situación socioeconómica es Oaxaca, al mantener una tendencia en sus indicadores por debajo de los otros dos estados.

Por el contrario, en el estrato 7 está solamente el Distrito Federal, del cual a pesar de tener esta clasificación, es sabido que tiene también graves carencias en cuanto al bienestar de la población en gran parte de su territorio.

Por este motivo, no puede considerarse a una zona que esté en el estrato 7 como un lugar en el que las condiciones de vida sean excelentes, al contrario, quizá solamente puede considerarse que a comparación de otras áreas de México, tienen una situación que supera al promedio, pero no la que podría catalogarse como una condición socioeconómica óptima.

---

<sup>42</sup> Aparecen las entidades federativas en orden alfabético.

TABLA 2.2 INDICADORES SOCIOECONÓMICOS DE MÉXICO, NIVEL FEDERAL (INEGI 2004)

ENT	ESTADO	ESTRATO	IND01	IND02	IND03	IND04	IND05	IND06	IND07	IND08	IND09	IND10	IND11	IND12	IND13	IND14	IND15	IND16	IND17	IND18	IND19	IND20	IND21	IND22	IND23	IND24	IND25	IND26	IND27	IND28	IND29	IND30
01	AGUASCALIENTES	6	97%	98%	94%	96%	88%	93%	66%	94%	97%	82%	99%	39%	45%	56%	95%	93%	69%	56%	33%	26%	36%	41%	15%	86%	3%	33%	7%	96%	0%	19%
02	BAJA CALIFORNIA	5	90%	98%	80%	95%	67%	33%	70%	95%	99%	92%	99%	57%	69%	55%	96%	92%	73%	62%	37%	29%	38%	61%	24%	97%	1%	28%	8%	97%	0%	23%
03	BAJA CALIFORNIA SUR	5	88%	95%	80%	90%	83%	58%	65%	94%	95%	92%	99%	84%	63%	58%	96%	94%	78%	62%	35%	31%	41%	17%	94%	2%	40%	7%	97%	0%	21%	
04	CAMPECHE	2	80%	91%	60%	85%	67%	41%	45%	81%	64%	56%	87%	20%	18%	35%	88%	92%	74%	48%	27%	26%	36%	26%	11%	62%	5%	32%	7%	96%	0%	16%
08	COAHUILA DE ZARAGOZA	6	92%	94%	84%	93%	69%	49%	68%	92%	90%	86%	97%	42%	62%	56%	95%	92%	68%	53%	34%	28%	38%	45%	17%	91%	2%	25%	8%	96%	0%	17%
07	COLIMA	4	69%	88%	54%	59%	49%	21%	34%	71%	41%	35%	79%	11%	10%	17%	77%	84%	62%	32%	22%	21%	31%	15%	6%	39%	8%	22%	4%	95%	0%	6%
05	CHIAPAS	1	94%	99%	83%	95%	79%	78%	71%	95%	97%	89%	99%	41%	49%	70%	96%	94%	73%	61%	30%	28%	38%	46%	17%	91%	1%	29%	7%	97%	0%	27%
06	CHIHUAHUA	5	95%	98%	93%	87%	90%	60%	61%	95%	89%	81%	97%	39%	35%	47%	93%	92%	72%	55%	34%	27%	38%	38%	13%	87%	3%	36%	7%	96%	0%	15%
09	DISTRITO FEDERAL	7	97%	100%	98%	99%	98%	86%	72%	92%	100%	87%	99%	67%	40%	51%	97%	96%	83%	72%	39%	33%	44%	46%	19%	93%	1%	47%	13%	97%	0%	30%
10	DURANGO	3	90%	93%	71%	86%	55%	68%	64%	84%	83%	73%	95%	30%	42%	49%	95%	92%	67%	48%	25%	22%	32%	34%	12%	76%	5%	31%	6%	96%	0%	16%
12	GUANAJUATO	3	59%	89%	43%	60%	48%	34%	34%	61%	50%	53%	83%	19%	14%	20%	78%	89%	70%	41%	25%	20%	29%	22%	6%	56%	8%	30%	5%	94%	0%	5%
11	GUERRERO	1	89%	97%	73%	89%	88%	70%	53%	81%	86%	69%	97%	30%	32%	33%	88%	90%	61%	41%	27%	22%	32%	35%	11%	77%	4%	26%	5%	96%	0%	10%
15	MEXICO	4	90%	98%	81%	93%	90%	74%	59%	85%	90%	67%	97%	40%	43%	45%	94%	91%	67%	51%	34%	26%	38%	39%	13%	88%	3%	30%	7%	96%	0%	15%
14	JALISCO	6	89%	98%	89%	93%	88%	85%	65%	93%	94%	85%	98%	47%	43%	45%	94%	91%	67%	51%	34%	26%	38%	39%	13%	88%	3%	30%	7%	96%	0%	15%
16	MICHOACAN DE OCAMPO	3	83%	96%	64%	80%	68%	54%	52%	86%	75%	63%	95%	26%	32%	26%	86%	88%	61%	40%	24%	21%	31%	28%	9%	69%	6%	27%	5%	95%	0%	7%
17	MORELOS	4	86%	99%	78%	85%	82%	66%	58%	88%	89%	72%	96%	36%	36%	35%	91%	92%	72%	57%	33%	26%	37%	30%	11%	79%	4%	32%	7%	96%	0%	17%
18	NAVARRIT	4	85%	95%	76%	87%	84%	66%	60%	88%	84%	73%	95%	28%	29%	40%	91%	93%	73%	52%	29%	24%	36%	30%	10%	76%	6%	31%	6%	96%	0%	13%
19	NUOVO LENN	6	95%	99%	91%	97%	94%	86%	74%	97%	97%	93%	99%	58%	47%	65%	97%	95%	74%	66%	32%	30%	41%	49%	19%	94%	1%	33%	9%	97%	0%	27%
20	OAXACA	1	65%	87%	40%	58%	50%	31%	37%	79%	41%	37%	80%	12%	12%	22%	79%	90%	69%	34%	25%	21%	31%	18%	5%	46%	11%	23%	4%	95%	0%	6%
21	PUEBLA	2	77%	95%	58%	76%	77%	59%	46%	84%	66%	43%	92%	23%	21%	24%	85%	90%	65%	43%	27%	23%	34%	24%	8%	61%	8%	23%	5%	94%	0%	11%
22	QUERETARO DE ARTEAGA	4	89%	94%	73%	90%	93%	70%	56%	80%	84%	66%	95%	31%	34%	46%	90%	92%	68%	53%	32%	26%	35%	42%	17%	82%	3%	30%	7%	96%	0%	13%
23	QUINTANA ROO	4	91%	96%	81%	89%	72%	63%	46%	86%	79%	66%	92%	28%	22%	46%	92%	93%	74%	58%	34%	32%	40%	45%	17%	80%	3%	42%	7%	96%	0%	16%
25	SAN LUIS POTOSÍ	2	85%	97%	71%	85%	88%	83%	61%	86%	87%	83%	94%	36%	37%	53%	92%	91%	73%	53%	29%	25%	36%	35%	12%	84%	3%	31%	6%	97%	0%	21%
24	SINALOA	4	75%	88%	58%	76%	69%	65%	56%	87%	68%	58%	93%	24%	30%	37%	89%	93%	71%	47%	25%	22%	32%	28%	11%	62%	6%	29%	6%	96%	0%	12%
26	SONORA	5	93%	97%	78%	87%	81%	59%	67%	94%	93%	87%	97%	43%	52%	53%	96%	94%	77%	61%	31%	28%	38%	40%	15%	90%	1%	30%	7%	97%	0%	25%
27	TABASCO	2	68%	94%	81%	87%	78%	27%	54%	88%	64%	57%	88%	17%	15%	20%	90%	93%	74%	49%	22%	24%	32%	27%	12%	58%	6%	31%	7%	96%	0%	8%
28	TAMAULIPAS	5	91%	95%	73%	91%	76%	65%	62%	94%	93%	81%	97%	40%	49%	49%	95%	93%	74%	57%	31%	28%	38%	38%	14%	87%	2%	30%	7%	97%	0%	19%
29	TLAXCALA	3	91%	98%	79%	91%	81%	78%	51%	87%	84%	45%	96%	21%	25%	30%	92%	94%	72%	53%	28%	25%	35%	23%	7%	69%	7%	25%	5%	95%	0%	10%
30	VERACRUZ-Llave	2	65%	89%	58%	71%	68%	37%	50%	85%	62%	50%	90%	20%	16%	28%	85%	90%	71%	42%	24%	24%	35%	21%	8%	60%	7%	26%	5%	95%	0%	17%
31	YUCATÁN	4	90%	96%	54%	94%	83%	66%	49%	75%	58%	56%	92%	26%	22%	44%	88%	93%	74%	46%	31%	27%	39%	22%	9%	66%	4%	30%	7%	96%	0%	25%
32	ZACATECAS	3	84%	96%	67%	91%	51%	74%	60%	77%	86%	66%	97%	19%	45%	33%	92%	91%	63%	39%	20%	18%	27%	27%	10%	65%	8%	30%	5%	95%	0%	5%

Observando la clasificación de los estados de la república, se aprecia la tendencia mostrada en la tabla 2.3, la cual puede ayudarnos a comprender de manera global la situación de nivel socioeconómico en la que se encuentra actualmente la población del país.

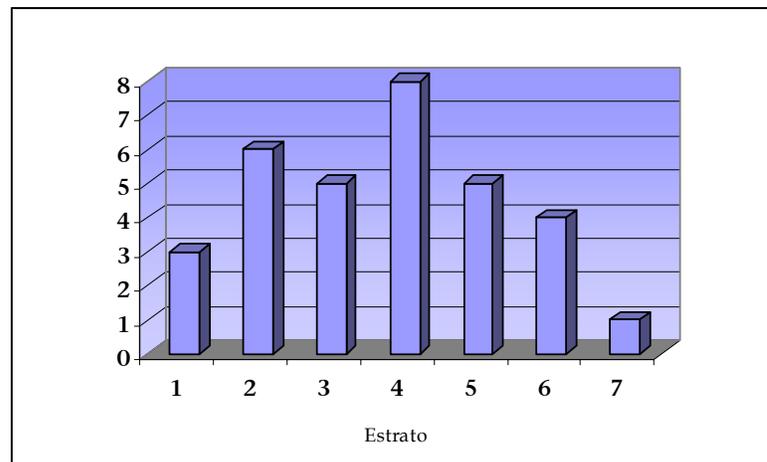
Clasificados en estratos 1, 2 y 3, están el 44% del total de los estados; casi la mitad de las entidades viviendo en condiciones precarias. El promedio de los indicadores del estrato 3, muestra que menos del 38% tienen viviendas con drenaje (estos datos se verán a detalle en el capítulo 3), solamente el 36% tienen viviendas con techos de materiales considerados durables, así como refrigerador, y menos del 7% tienen teléfono en casa. Finalmente, para dar una idea de la percepción económica que recibe la población ocupada, menos del 3% ganan más de 5 salarios mínimos.

Los datos comentados corresponden como se indicó al estrato 3, por lo que entonces la situación socioeconómica de los estados ubicados en el nivel 1 y 2 es mucho peor. La población que pertenece a los estados con estrato 3 y menor, es según el XII Censo General de Población y Vivienda del año 2000, de casi 42 millones de personas, alrededor del 43% de la población total de México viviendo en estas circunstancias.

TABLA 2.3 DISTRIBUCIÓN DE ESTADOS POR ESTRATO SOCIOECONÓMICO

Estrato	Estados en este estrato	%	Total acumulado
1	3	9%	9%
2	6	19%	28%
3	5	16%	44%
4	8	25%	69%
5	5	16%	84%
6	4	13%	97%
7	1	3%	100%
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>1</b>	<b>100%</b>

FIGURA 2.2 ESTADOS POR ESTRATO SOCIOECONÓMICO



A nivel municipal, puede verse de una manera más clara la situación de la población a través de los indicadores.

Municipios como el de San Simón Zahuatlán, Oaxaca (ubicado en el estrato 1) son una muestra de la realidad social y económica de México, repetida en distintas partes del país. Este municipio tiene en el indicador 1 (agua potable en el ámbito de la vivienda) el valor de 0%, solamente el 4.5% de la población tiene drenaje en su vivienda, sólo el 3% vive sin hacinamiento y menos del 1% usa gas o electricidad para cocinar. Es increíble pensar que de todo el municipio, con una población referida por el Censo de 2,225 habitantes, el 0% tenga teléfono y sólo el .5% perciba más de dos y medio salarios mínimos.

La mayoría de la gente en este municipio se dedica a la agricultura, sembrando maíz o frijol, y en cuanto a trabajos de otro tipo, algunas personas se dedican a hacer sombreros o a coser balones; actividades económicas de las que no puede esperarse gran progreso, y que se explican por el porcentaje tan bajo en la población de 15 años y más con instrucción postprimaria; sólo el 5.76%.

Está también como ejemplo Metlátonoc, Guerrero (estrato 1), el cual a la fecha en que se realizó el último Censo en el año 2000, tenía 30,039 habitantes, de los cuales el 80% eran indígenas.

En este municipio, menos del 1% de la población cuenta con drenaje en su vivienda, y en esta misma proporción, las paredes y los techos de las casas no son de materiales durables. La situación en este municipio podría decirse que es deplorable; sólo el 2% de la población tiene refrigerador en su vivienda, el .24% tiene teléfono, y sólo el 2.4% percibe más de 2 y medio salarios mínimos.

Situaciones como las descritas en los dos municipios mencionados, se repiten a lo largo y ancho de México, incluso en viviendas que están en zonas clasificadas en el estrato 7, pero con una mayor incidencia y de manera más generalizada en algunas zonas ubicadas principalmente en el sur del país.

Por lo brevemente expuesto, puede verse que el camino por andar que tiene México para mejorar su situación como país es muy largo; muchos mexicanos viven con graves carencias, mismas que explican en ocasiones el comportamiento de algunos fenómenos como la migración o incluso la delincuencia.

Por este motivo es urgente y necesario que en México se tenga un cambio de mentalidad, para trabajar con un objetivo común: el bienestar de todos; sobre todo de los más desprotegidos, para ser así un país que pueda dar iguales oportunidades a todos sus habitantes.

Por la gran relevancia de este tipo temas en nuestro país, es fundamental contar con herramientas, como la que ha usado INEGI, que permitan avanzar en el diagnóstico y análisis de la información de niveles socioeconómicos. Además de proponer los mapas autoorganizados de Kohonen como una metodología alternativa en la clasificación de niveles socioeconómicos en México, también se busca mejorar los resultados obtenidos por el INEGI, en el sentido de encontrar una clasificación en la que no se presenten situaciones, en mi juicio, poco apegadas a la realidad para ciertas regiones del país, como las que se observan en los resultados obtenidos por el INEGI.

En el siguiente capítulo se muestran los resultados de la aplicación de esta metodología de aprendizaje de máquina, las ventajas y limitaciones de su aplicación.

# FORMACIÓN DE ESTRATOS SOCIOECONÓMICOS USANDO MAPAS DE KOHONEN

---

### 3.1. INTRODUCCIÓN

Como se vio en el capítulo 1, las redes de Kohonen pueden realizar una tarea de clasificación de los datos que le son presentados mediante un determinado algoritmo. De esta manera, el objetivo de esta sección es aplicar los mapas de Kohonen a un conjunto de variables para agruparlas dependiendo de sus características comunes.

La información presentada en la segunda parte del trabajo expone la categorización que hizo el INEGI de las distintas zonas geográficas del país, de acuerdo a los indicadores socioeconómicos obtenidos con base en la información del XII Censo General de Población y Vivienda del año 2000. El conjunto de estos indicadores se emplean para determinar en qué estrato puede ser ubicada la zona a la que pertenezcan (estado, municipio o AGEB).

Ahora, en esta sección se hace primeramente un análisis introductorio de la situación socioeconómica en México, para definir qué zonas o estados serán estudiados, dependiendo de las características que se observen en los indicadores de cada región.

Como resultado de la selección de las zonas por sus características socioeconómicas, se procederá a aplicar el algoritmo de los mapas autoorganizados para presentar una clasificación alterna a la del INEGI y, de igual forma, se discutirán cuáles son las diferencias observadas en ambas clasificaciones.

Dentro del proceso de formación de éstos mapas, una parte fundamental para la interpretación de los resultados es la aplicación del algoritmo de etiquetamiento, el cual como su nombre lo indica "etiqueta" los pesos obtenidos asignándoles una clase específica, dato que constituye la meta principal de la aplicación de este método: clasificar los datos de entrada de acuerdo a un criterio preestablecido.

Al respecto, este trabajo plantea dos tipos de etiquetamiento para la información socioeconómica del país, con lo cual se obtiene una clasificación diferente a la que propone el INEGI.

Finalmente, se hará una validación de los resultados obtenidos mediante el cálculo y comparación de ciertos índices comúnmente utilizados en la clasificación de información.

A continuación se hacen algunos comentarios de la información que se va a utilizar, así como de las regiones cuyos indicadores socioeconómicos serán clasificados para formar estratos o clases que indiquen su situación en relación con el nivel socioeconómico.

### 3.2. INFORMACIÓN UTILIZADA

En su sistema de consulta *Regiones Socioeconómicas de México*, el INEGI publicó una clasificación socioeconómica en 7 estratos de las regiones geográficas del país, iniciando con las 32 entidades federativas, y también se hizo el análisis de los municipios de cada estado e incluso a nivel AGEB, que sería el más detallado, ya que un AGEB consta solamente – en el caso urbano - de unas cuantas manzanas con 1 a 50 habitantes.

A nivel estatal se incluyeron 30 indicadores, con base en los cuales se hizo la clasificación que fue mostrada en el capítulo 2 (véase tabla 2.2), y tanto a nivel municipal como AGEB, los indicadores involucrados en la clasificación fueron 27.

Para llevar a cabo una nueva clasificación usando mapas de Kohonen, se consideró como lo más conveniente y representativo hacer el análisis a nivel municipal. Esto debido a que a nivel estatal, hay promedios que suavizan las situaciones extremas en las que se vive en cada estado, generalmente de pobreza, aunque también de mayor bienestar.

Ejemplo de esto es el estado de Campeche, el cual tiene clasificaciones en sus municipios del nivel 1 al 7 como puede verse a continuación,

TABLA 3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DEL ESTADO DE CAMPECHE

Municipio	Estrato (Inegi)
Calkiní	5
Campeche	7
Carmen	6
Champotón	5
Hecelchakán	5
Hopelchén	3
Palizada	3
Tenabo	3
Escárcega	3
Calakmul	1
Candelaria	2

Sin embargo, a nivel estatal Campeche fue ubicado en el nivel 2, a pesar de que solamente en uno de sus municipios tiene esta clasificación, otro más se encuentra por debajo de esta calificación y el resto (la gran mayoría) presenta una clasificación por encima de este nivel. Para evitar este tipo de situaciones en las que no se ve más a detalle la información, se hará la clasificación de los datos a nivel municipal.

La propuesta de efectuar la nueva clasificación a nivel AGEB fue descartada, ya que, aunque es mucho más detallada, resulta más representativa la situación general de un municipio por tratarse de la subdivisión de un estado y porque engloba características comunes como el tipo de gobierno o el desarrollo económico que se haya alcanzado, generalmente relacionado con el establecimiento de ciertas industrias.

Ahora se verá el contenido de la información socioeconómica presentada por el INEGI, haciendo un pequeño análisis de los indicadores que muestran el nivel socioeconómico de la población.

### 3.2.1. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN PRESENTADA POR EL INEGI

Como se indicó en el capítulo 2, a nivel municipal el INEGI realizó su clasificación socioeconómica utilizando 27 indicadores, mismos que se enlistan a continuación:

TABLA 3.2 RELACIÓN DE INDICADORES

	INDICADOR	NOMBRE
1	IND01	Porcentaje de población en viviendas con agua entubada en el ámbito de la vivienda
2	IND02	Porcentaje de población en viviendas con energía eléctrica
3	IND03	Porcentaje de población en viviendas con drenaje
4	IND04	Porcentaje de población en viviendas con piso diferente de tierra
5	IND05	Porcentaje de población en viviendas con paredes de materiales durables
6	IND06	Porcentaje de población en viviendas con techos de materiales durables
7	IND07	Porcentaje de población en viviendas sin hacinamiento
8	IND08	Porcentaje de población en viviendas con servicio sanitario exclusivo
9	IND09	Porcentaje de población en viviendas que usan gas o electricidad para cocinar
10	IND10	Porcentaje de población en viviendas con refrigerador
11	IND11	Porcentaje de población en viviendas con radio, radiograbadora o televisión
12	IND12	Porcentaje de población en viviendas con teléfono
13	IND13	Porcentaje de población en viviendas con automóvil o camioneta propios
14	IND14	Porcentaje de población con derechohabiencia a servicios de salud
15	IND15	Porcentaje de población de 15 años y más alfabeta
16	IND16	Porcentaje de niños de 6 a 14 años que asisten a la escuela
17	IND17	Porcentaje de adolescentes de 12 a 17 años que asisten a la escuela
18	IND18	Porcentaje de población de 15 años y más con instrucción postprimaria
19	IND19	Porcentaje de población ocupada femenina
20	IND20	Porcentaje de población económicamente activa entre 20 y 49 años
21	IND21	Perceptores por cada 100 personas
22	IND22	Porcentaje de población ocupada que percibe más de dos y medio salarios mínimos
23	IND23	Porcentaje de población ocupada que percibe más de cinco salarios mínimos
24	IND24	Porcentaje de población en hogares que perciben más de \$10.42 diarios por persona
25	IND25	Porcentaje de población ocupada que son trabajadores familiares sin pago
26	IND26	Porcentaje de población ocupada en el sector terciario formal
27	IND27	Porcentaje de población ocupada que son profesionistas o técnicos

Como puede verse, en la mayoría de los indicadores, un aumento en su valor representa una situación más favorable como medida de nivel socioeconómico, a excepción del indicador 25 que es el porcentaje de población ocupada que son trabajadores familiares sin pago, los cuales por no recibir remuneración alguna por su trabajo representan una situación desfavorable.

Un ejemplo donde se observa una relación positiva es el indicador 19 (porcentaje de población ocupada femenina) ya que muestra las oportunidades que tiene la mujer en México de ocuparse laboralmente. A pesar del papel que la mujer ha venido

desempeñando en su familia; educando a los hijos, como ama de casa, etc., se ha ido integrando cada vez más a la fuerza laboral del país, en un porcentaje menor que el de los hombres pero cada vez está más presente.

Resulta conveniente hacer esta aclaración para entender mejor el proceso de etiquetamiento, mismo que será visto posteriormente.

En el siguiente apartado se definen cuáles son las regiones de México a ser estudiadas.

### 3.2.2. REGIONES A ANALIZAR

Como puede observarse en la tabla 2.2, la clasificación socioeconómica que hace el INEGI de los 32 estados de la república mexicana van del estrato 1 al 7. Esto debido a las características encontradas en cada una de las entidades federativas.

Resultaría interesante y significativo el hecho de analizar regiones que posean indicadores que abarquen todas las posibilidades del escenario socioeconómico, en el que puedan identificarse claramente niveles altos de bienestar, niveles medios y también casos que indiquen una gran pobreza. De igual manera, es conveniente estudiar un estado cuyos indicadores estén en su mayoría inclinados hacia alguno de los estratos, para conocer cómo se comporta la formación del mapa autoorganizado. Finalmente, proponer una nueva clasificación que abarque a todos los municipios del país.

En estas 3 clasificaciones, las condiciones de cada análisis serían diferentes, ya que para los dos estados y para el caso de estudio a nivel nacional, se tendrían diferentes correlaciones entre los indicadores, diferente número de municipios, y sobre todo la incidencia en los diferentes estratos, establecidos *a priori* por el estudio presentado por el INEGI, en cada caso en una proporción diferente.

Las diferentes posibilidades que aquí se abordan para el problema de la clasificación de datos, ayudarán a comprender mejor la manera en que las redes neuronales de Kohonen se comportan en diferentes escenarios, así como a sacar conclusiones derivadas de estas observaciones.

A continuación, se enlistan los estados o áreas cuyos municipios serán analizados:

- Oaxaca

Este estado está clasificado como estrato 1 en la clasificación por entidad federativa del INEGI, y constituye un foco de atención al igual que otros estados del sur de México, como son Chiapas y Guerrero, por tener un rezago marcado en los aspectos sociales y económicos.

Oaxaca tiene 570 municipios y su capital es Oaxaca. En este estado la agricultura es una de las principales actividades, así como la ganadería y la pesca. De igual manera, el turismo es una fuente importante del desarrollo económico del estado, con lugares reconocidos a nivel mundial por su gran belleza natural.

A pesar de la gran cantidad de recursos naturales con los que cuenta Oaxaca, su población tiene en general un muy bajo nivel socioeconómico. Por este motivo se tomó

en cuenta para el análisis de este trabajo; por constituir, numéricamente hablando, un caso que provee de información socioeconómica extremosa.

Oaxaca es un estado que representa de manera muy importante las más graves carencias que tiene el país, mismas que deben ser superadas para lograr un progreso equilibrado en toda la nación.

- Hidalgo

Ubicado en la parte central del país, cuenta con todos los escenarios socioeconómicos posibles en sus 84 municipios, tanto niveles de bienestar reportados como altos, como el municipio de Pachuca de Soto (capital del estado, con su monumental reloj) y Tulancingo de Bravo (que cuenta incluso con un centro de investigaciones satelitales y grandes empresas textiles), así como municipios pobres.

Entre estos últimos, se encuentra por ejemplo el municipio de Yahualica, el cual está asentado en la sierra Hidalguense, y de acuerdo con datos del XII Censo General de Población y Vivienda del año 2000, el 86.3% de la población total de este municipio tiene como única lengua el náhuatl. En esta región abundan las casas hechas de palma y adobe, solamente el 3% de la población utiliza gas o electricidad para cocinar y su comercio está basado principalmente en tiendas campesinas y rurales. Estas características explican en parte su ubicación en el estrato 1.

Debido a que Hidalgo es un estado en el que hay panoramas variados en cuanto a la situación socioeconómica de la población que ahí habita, constituye un estado que pudiera ser considerado como una zona de contrastes sociales y económicos, fue por este motivo que decidió incluirse en el estudio de este trabajo.

Por último se realizará una clasificación a nivel nacional, que incluye los 32 estados de México a nivel municipal.

- Nacional

Se decidió incluir los 2442 municipios de México porque en ellos se encuentran todos los posibles escenarios económicos, y porque se podrá contar con una clasificación alterna a la realizada por INEGI

Estas son las 3 clasificaciones a realizar en la sección siguiente. Cada una de las regiones a analizar quedará ubicada en uno o más estratos socioeconómicos dependiendo de la situación socioeconómica prevaeciente en esa área. Posteriormente, mediante ciertos criterios relacionados con el tema de formación de conglomerados, se pueden validar los nuevos grupos formados y, de igual forma, si hay diferencias con respecto al nivel en que el INEGI los había ubicado, se procede a su análisis.

### 3.3. FORMACIÓN DE LOS MAPAS AUTOORGANIZADOS DE INDICADORES SOCIOECONÓMICOS

#### 3.3.1. PRE-PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

En este apartado se explica el procedimiento que antecede al entrenamiento de un mapa auto-organizado, red neuronal u otros métodos de aprendizaje. Este mecanismo se conoce como pre-procesamiento o preparación de la información y consiste básicamente, en la transformación de la información inicial en alguna nueva representación que es sometida posteriormente al proceso de entrenamiento. Este tipo de procedimiento se justifica por diversas razones, ya sea por deficiencias en la calidad de la información, por la necesidad de equilibrar la complejidad del modelo (atendiendo al principio de *Parsimonia* conocido también como *Occam's razor*) y ante el inminente riesgo de que se presente el fenómeno conocido como *la maldición de la dimensionalidad*<sup>43</sup> (*the curse of dimensionality*), así como por los efectos positivos que este proceso inicial puede tener sobre el poder de generación de la máquina de aprendizaje [Bishop 95].

##### 3.3.1.1. REDUCCIÓN DE DIMENSIONALIDAD

En su forma más simple, la reducción de dimensionalidad consiste en la selección de variables relevantes (siguiendo algún criterio determinado) y el desecho de las restantes. Esta estrategia se justifica principalmente para ayudar a reducir los efectos perniciosos de *la maldición de la dimensionalidad*, ya que una red con pocas entradas requiere de la determinación de menos parámetros adaptativos y por tanto, éstos pueden ser más fácilmente restringidos empleando conjuntos de datos limitados, lo que resulta en una red con mejor poder de generalización. Este último punto puede parecer paradójico ya que -ante la creencia de que con más información se podrían estimar mejores clasificadores-, con base en el desecho de información se busca, además de reducir la complejidad de la red, mejorar su desempeño. Sin embargo, por los motivos ya expuestos es que se explica esta aparente contradicción. En ese sentido, debe señalarse que el proceso de selección debe obedecer al principio de conservar toda la información que sea relevante para la construcción del modelo, ya que un abuso en la eliminación de variables puede afectar de forma significativa el desempeño del mismo (ver [Bishop 95])<sup>44</sup>.

El mecanismo de reducción de dimensionalidad usado aquí consistió en un análisis de correlación. La elección de esta estrategia se debió a las siguientes razones:

<sup>43</sup> El aumento en la dimensionalidad ocasiona que los datos se encuentren más dispersos en el espacio de características y, por lo tanto, la necesidad de nueva información crece exponencialmente con el número de variables. El fenómeno de *the curse of dimensionality* se presenta comúnmente en modelos de alta complejidad, donde la determinación del elevado número de parámetros requiere también de un número muy elevado de observaciones para su óptimo desempeño, generalmente medido en términos de su capacidad de generalización.

<sup>44</sup> Existen en la literatura distintas técnicas que ayudan en la reducción de la dimensionalidad y en la selección de las variables más apropiadas en problemas de clasificación de patrones. Por ejemplo: búsqueda exhaustiva (prohibitivo cuando el número de variables es grande), árboles de búsqueda, Validación Cruzada, Análisis de Componentes Principales, Algoritmos Genéticos, así como las Redes Neuronales de Perceptrones, que pueden usarse por sí mismas para éste propósito, entre otras.

1. Simplicidad. El empleo de otros métodos podría complicar demasiado el modelo, con una probable pérdida de eficiencia en términos de costo computacional.
2. Características de la información. El tipo de variables empleadas aquí resulta de fácil interpretación, lo que facilita la especificación del modelo en términos económicos y la valoración de su relevancia.
3. No se sacrifica ajuste. De acuerdo a los resultados presentados más adelante, puede notarse que este tipo de selección no afecta en los ajustes finales pues, bajo ciertos criterios de diseño de la red, es posible obtener estimaciones más razonables en comparación con el método de INEGI.

De esta manera, y debido a que el análisis se hará a nivel municipal, se tomarán los datos de los municipios del estado a ser analizado y se hallarán los coeficientes de correlación entre los indicadores.

El *coeficiente de correlación*  $\rho$  establece una medida del grado de asociación lineal existente entre dos series de datos, que en este caso son dos tipos de indicadores, y se define de la siguiente forma:

$$\text{Correl}(X, Y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (3.1)$$

En la página de Internet del INEGI pueden consultarse los indicadores correspondientes a los estados que en este trabajo van a ser analizados<sup>45</sup>. La correlación entre todos los indicadores se representa por medio de una matriz simétrica, conocida como matriz de correlación<sup>46</sup>.

Se tomará como criterio para descartar una variable, un valor mayor o igual a .85 del coeficiente de correlación, o menor o igual a -.85, para evitar que se añada redundancia a la información ( $-.85 < \rho < .85$ )<sup>47</sup>.

Para construir la matriz de correlación, se calcula el coeficiente entre el indicador 1 y todos los otros 27 indicadores, de igual manera entre el indicador 2, el 3 y en general todos los indicadores, contra cada uno de los 27 indicadores. Para iniciar la matriz se expone el siguiente ejemplo, calculando la correlación entre el primero y el segundo indicador del estado de Oaxaca.

El promedio del indicador 1 es de 66.15 y del 2 es de 87.13.

<sup>45</sup> INEGI. 2007. *Matriz de indicadores. Nivel municipal.* México <<http://jweb.inegi.gob.mx/niveles/jsp/Descargas.htm>> (consulta: enero 14 de 2008).

<sup>46</sup> El rango del coeficiente de correlación oscila entre -1 y +1; un valor de -1 o +1, o cercano, indica una fuerte relación lineal entre las variables, si el valor está próximo a cero indica que no hay relación lineal entre las mismas.

<sup>47</sup> El rango considerado puede variar dependiendo del tipo de investigación y del criterio del investigador. En este trabajo, se considera adecuado un nivel de 0.85 o superior en valor absoluto.

$$\begin{aligned} \text{Correl}(ind1, ind2) &= \frac{(81.11 - 66.15) \cdot (88.18 - 87.13) + \dots + (75.19 - 66.15)(95.47 - 87.13)}{\sqrt{[(81.11 - 66.15)^2 + \dots + (75.19 - 66.15)^2] \cdot [(88.18 - 87.13)^2 + \dots + (95.47 - 87.13)^2]}} \\ &= .3593 \end{aligned}$$

Al calcular este dato para todos los indicadores del estado de Oaxaca, se forma la matriz de la tabla 3.3, donde se muestran los indicadores que no serán tomados en cuenta, debido a su alta correlación (mayor a .85 o menor a -.85). Los renglones marcados con gris muestran los indicadores descartados por ser redundantes.

### 3.3.1.2. ELIMINACIÓN DE VARIABLES

Para el caso de Oaxaca, los indicadores que se eliminaron fueron los siguientes:

- Indicador 12 (porcentaje de población en viviendas con teléfono).
- Indicador 18 (porcentaje de población de 15 años y más con instrucción postprimaria).
- Indicador 20 (Porcentaje de población económicamente activa entre 20 y 49 años).
- Indicador 22 (porcentaje de población ocupada que percibe más de dos y medio salarios mínimos).
- Indicador 24 (Porcentaje de población en hogares que perciben más de \$10.42 diarios por persona).
- Indicador 27 (Porcentaje de población ocupada que son profesionistas o técnicos).

El indicador 12 está correlacionado con los indicadores 23 y 27, los cuales están asociados con el tema de la percepción económica. El indicador 18 tiene una correlación con los indicadores 22 y 26 en ambos casos de .86, lo cual muestra que el nivel de percepción económica (arriba de dos y medio salarios mínimos) y el tipo de ocupación (sector terciario formal) tienen como factor importante el grado de escolaridad adquirido.

Con una correlación alta con el indicador 21, el indicador 20 no se contempló para el análisis, dado que además también mostraba más alta relación con los otros 26 indicadores.

Los últimos tres indicadores, que muestran percepción económica así como tipo de ocupación, están relacionados en general con los que marcan cuestiones similares (indicador 18, 22 y 23), así como con otros que indican mayor bienestar en la vivienda por contar con ciertos bienes no básicos (indicadores 9 y 12).

A excepción de los citados en la lista, todos los demás indicadores forman parte del análisis del estado de Oaxaca.

Finalmente, en el apéndice<sup>48</sup> se encuentra la matriz de correlación entre los indicadores de las otras 2 regiones que se van a analizar (Hidalgo y Nivel Nacional). En cada matriz están marcados con gris los indicadores que muestran alta correlación y que no fueron tomados en cuenta para el análisis. La eliminación de variables siguió criterios similares a lo detallado en esta sección.

<sup>48</sup> Tablas A y B.

TABLA 3.3 MATRIZ DE CORRELACIÓN ENTRE INDICADORES (OAXACA, 2000)

	IND01	IND02	IND03	IND04	IND05	IND06	IND07	IND08	IND09	IND10	IND11	IND12	IND13	IND14	IND15	IND16	IND17	IND18	IND19	IND20	IND21	IND22	IND23	IND24	IND25	IND26	IND27	
IND01	1.00	0.36	0.40	0.33	0.21	0.25	0.44	0.16	0.23	0.31	0.27	0.13	0.22	0.05	0.30	0.20	0.12	0.20	0.10	0.12	0.16	0.18	0.18	0.20	0.20	0.02	0.20	0.13
IND02	0.36	1.00	0.39	0.52	0.43	0.45	0.55	0.06	0.40	0.48	0.61	0.25	0.40	0.12	0.40	0.23	0.08	0.30	0.01	0.09	0.11	0.27	0.22	0.34	0.08	0.29	0.25	
IND03	0.40	0.39	1.00	0.61	0.59	0.59	0.61	0.22	0.69	0.70	0.50	0.61	0.56	0.29	0.44	0.24	0.29	0.61	0.18	0.41	0.27	0.64	0.61	0.67	0.26	0.64	0.57	
IND04	0.33	0.52	0.61	1.00	0.74	0.67	0.71	0.15	0.74	0.79	0.72	0.54	0.68	0.37	0.56	0.26	0.22	0.64	0.03	0.24	0.17	0.61	0.54	0.65	0.15	0.65	0.56	
IND05	0.21	0.43	0.59	0.74	1.00	0.77	0.56	0.08	0.64	0.65	0.55	0.53	0.59	0.32	0.32	0.09	0.11	0.49	0.09	0.27	0.18	0.52	0.49	0.57	0.15	0.54	0.47	
IND06	0.25	0.45	0.59	0.67	0.77	1.00	0.60	0.09	0.73	0.73	0.59	0.62	0.70	0.35	0.33	0.10	0.12	0.52	0.08	0.26	0.12	0.60	0.57	0.63	0.19	0.59	0.58	
IND07	0.44	0.55	0.61	0.71	0.56	0.60	1.00	0.29	0.67	0.72	0.70	0.51	0.65	0.28	0.60	0.39	0.28	0.60	0.14	0.26	0.28	0.55	0.50	0.57	0.10	0.59	0.55	
IND08	0.16	0.06	0.22	0.15	0.08	0.09	0.29	1.00	0.25	0.15	0.22	0.20	0.24	0.01	0.29	0.29	0.24	0.24	0.09	0.18	0.17	0.19	0.18	0.18	0.04	0.21	0.24	
IND09	0.23	0.40	0.69	0.74	0.64	0.73	0.67	0.25	1.00	0.90	0.67	0.80	0.81	0.43	0.57	0.23	0.32	0.80	0.12	0.49	0.26	0.84	0.76	0.88	0.31	0.83	0.80	
IND10	0.31	0.48	0.70	0.79	0.65	0.73	0.72	0.15	0.90	1.00	0.71	0.73	0.78	0.45	0.55	0.23	0.27	0.76	0.01	0.32	0.12	0.79	0.72	0.79	0.28	0.79	0.73	
IND11	0.27	0.61	0.50	0.72	0.65	0.59	0.70	0.22	0.67	0.71	1.00	0.47	0.68	0.25	0.57	0.24	0.13	0.54	0.04	0.19	0.18	0.52	0.43	0.58	0.02	0.56	0.50	
IND12	0.13	0.25	0.61	0.54	0.53	0.62	0.51	0.20	0.80	0.73	0.47	1.00	0.74	0.43	0.42	0.19	0.34	0.76	0.16	0.51	0.24	0.84	0.86	0.77	0.30	0.78	0.85	
IND13	0.22	0.40	0.56	0.68	0.59	0.70	0.65	0.24	0.81	0.78	0.68	0.74	1.00	0.39	0.52	0.19	0.21	0.69	0.09	0.33	0.16	0.73	0.70	0.72	0.16	0.72	0.74	
IND14	0.05	0.12	0.29	0.37	0.32	0.35	0.28	0.01	0.43	0.45	0.25	0.43	0.39	1.00	0.16	0.02	0.18	0.43	0.00	0.11	0.03	0.47	0.46	0.39	0.20	0.42	0.47	
IND15	0.30	0.40	0.44	0.56	0.32	0.33	0.60	0.29	0.57	0.55	0.57	0.42	0.52	0.16	1.00	0.50	0.24	0.60	0.09	0.32	0.26	0.48	0.40	0.52	0.03	0.50	0.48	
IND16	0.20	0.23	0.24	0.26	0.09	0.10	0.39	0.29	0.23	0.23	0.24	0.19	0.19	0.02	0.50	1.00	0.74	0.49	0.14	0.14	0.16	0.26	0.23	0.19	0.03	0.29	0.26	
IND17	0.12	0.08	0.29	0.22	0.11	0.12	0.28	0.24	0.32	0.27	0.13	0.34	0.21	0.18	0.24	0.74	1.00	0.62	0.16	0.24	0.15	0.41	0.39	0.32	0.14	0.43	0.38	
IND18	0.20	0.30	0.61	0.64	0.49	0.52	0.60	0.24	0.80	0.76	0.54	0.76	0.69	0.43	0.60	0.49	0.62	1.00	0.18	0.49	0.26	0.86	0.80	0.79	0.24	0.86	0.81	
IND19	0.10	0.01	0.18	0.03	0.09	0.08	0.14	0.09	0.12	0.01	0.04	0.16	0.09	0.00	0.09	0.14	0.16	0.18	1.00	0.72	0.83	0.09	0.13	0.21	0.13	0.06	0.15	
IND20	0.12	0.09	0.41	0.24	0.27	0.26	0.26	0.18	0.49	0.32	0.19	0.51	0.33	0.11	0.32	0.14	0.24	0.49	0.72	1.00	0.86	0.43	0.43	0.59	0.14	0.38	0.48	
IND21	0.16	0.11	0.27	0.17	0.18	0.12	0.28	0.17	0.26	0.12	0.18	0.24	0.16	0.03	0.26	0.16	0.15	0.26	0.83	0.86	1.00	0.13	0.15	0.32	0.06	0.11	0.21	
IND22	0.18	0.27	0.64	0.61	0.52	0.60	0.55	0.19	0.84	0.79	0.52	0.84	0.73	0.47	0.48	0.26	0.41	0.86	0.09	0.43	0.13	1.00	0.92	0.87	0.33	0.92	0.88	
IND23	0.18	0.22	0.61	0.54	0.49	0.57	0.50	0.18	0.76	0.72	0.43	0.86	0.70	0.46	0.40	0.23	0.39	0.80	0.13	0.43	0.15	0.92	1.00	0.77	0.31	0.84	0.86	
IND24	0.20	0.34	0.67	0.65	0.57	0.63	0.57	0.18	0.88	0.79	0.58	0.77	0.72	0.39	0.52	0.19	0.32	0.79	0.21	0.59	0.32	0.87	0.77	1.00	0.38	0.82	0.79	
IND25	(0.20)	(0.08)	(0.26)	(0.15)	(0.15)	(0.19)	(0.10)	(0.04)	(0.31)	(0.28)	(0.02)	(0.30)	(0.16)	(0.20)	(0.03)	0.03	(0.14)	(0.24)	0.13	(0.14)	0.06	(0.33)	(0.31)	(0.38)	1.00	(0.33)	(0.30)	
IND26	0.20	0.29	0.64	0.65	0.54	0.59	0.59	0.21	0.83	0.79	0.56	0.78	0.72	0.42	0.50	0.29	0.43	0.86	0.06	0.38	0.11	0.92	0.84	0.82	(0.33)	1.00	0.84	
IND27	0.13	0.25	0.57	0.56	0.47	0.58	0.55	0.24	0.80	0.73	0.50	0.85	0.74	0.47	0.48	0.26	0.38	0.81	0.15	0.48	0.21	0.88	0.86	0.79	(0.30)	0.84	1.00	

Como última observación referente a la correlación entre variables, en cada región ésta será diferente, debido a que depende de la situación socioeconómica que haya en cada una, por ello es importante analizar la relación existente entre los indicadores en cada estado.

Es importante señalar que en el análisis efectuado por el INEGI no se efectúa ningún ejercicio de este tipo y, en ese sentido, no se tomó en cuenta la reducción de dimensionalidad en la información de entrada, a pesar de que se consideran un número importante de variable independientes (indicadores) para el análisis.

Ahora se verá la forma en la que utilizando toda esta información socioeconómica de México, y bajo las condiciones ya explicadas se forman los mapas autoorganizados de Kohonen de la información socioeconómica de México.

### 3.3.1.3. NORMALIZACIÓN

En esta sección se explica la otra forma de tratamiento previo de la información implementada en esta investigación, conocida como normalización.

Para efectos de mantener la información dentro de un cierto rango, se hará cambio de escala de los datos para que éstos queden comprendidos entre el 0 y el 1. Para llevar esto a cabo, debe aplicarse la siguiente transformación a cada uno de los indicadores de los estados a ser clasificados.

$$x_p = \frac{x_p - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad \forall p = 1, \dots, P \quad (3.2)$$

Donde  $P$  es el número de vectores de entrada (municipios),  $x_p$  es cualquiera de los posibles valores dentro de cada uno de los indicadores, y  $x_{\max}$  y  $x_{\min}$  son el valor máximo y mínimo dentro de cada rango de valores que presenta cada indicador.

Al cambiar el rango de la información se busca que ésta sea más uniforme y, con ello, evitar que las posibles diferencias de escala en las variables independientes influyan en la construcción de la función clasificación (o regresión en problemas de este tipo). Un ejemplo de diferencia de escala lo constituye el ingreso laboral de una persona, medida posiblemente en miles de pesos, y el número de años de escolaridad. De esta manera, mientras que en la primera variable su rango puede variar significativamente, en la segunda se encuentra claramente acotado. En otros casos, algunas variables pueden representar escalas numéricas y otras no numéricas (que para su tratamiento se les pueden asignar valores discretos).

En este momento se tiene lista la información a ser analizada, por lo que ya puede aplicarse el algoritmo de Kohonen para formar un mapa autoorganizado que clasifique los datos que se le presenten.

Como se recordará del capítulo 1, el algoritmo de Kohonen comprende los siguientes pasos:

1. Entrenamiento del conjunto de vectores (en cada área será con distinto número de municipios).
2. Una vez entrenada la red, se obtienen los 'pesos' que constituyen los representantes de cada clase. Pueden haber uno o más pesos para la misma clase, los valores de éstos son vecinos en el mapa formado.
3. Como paso fundamental en la interpretación de los pesos encontrados, se etiquetan éstos con base en un criterio de clasificación definido previamente.
4. Al determinarse la clase a la que pertenece cada peso, cada uno de los vectores representados por éste obtendrán la misma etiqueta, constituyendo este paso la clasificación de los datos.

Se verá ahora el proceso de entrenamiento de la red, el cual será el mismo para los dos escenarios de etiquetamiento que se plantearán en este trabajo. Este constituye el primer paso en la formación del mapa.

### 3.3.2. ENTRENAMIENTO DE LA RED

Antes de iniciar el proceso de entrenamiento es conveniente recordar cuáles son las características de la información con la cual se va a trabajar.

- Vectores de entrada. Estos son cada uno de los municipios que constituyen los estados seleccionados para el análisis, y están ubicados por el número de variables ó indicadores en un espacio de dimensión  $N$  (20 en el estado de Oaxaca).
- Pesos sinápticos. Los pesos tendrán la misma dimensionalidad que la información de entrada y constituyen los valores de las neuronas en el mapa formado
- Mapa autoorganizado. Este mapa, generalmente de 2 dimensiones, representa la transformación de un espacio multidimensional a un área "geográfica" bidimensional en donde se ubican las neuronas, cuyo valor es el de los pesos sinápticos.

De esta forma, las neuronas en un mapa de Kohonen están definidas en dos espacios; el espacio  $N$ -dimensional de las variables y el espacio bidimensional del mapa formado.

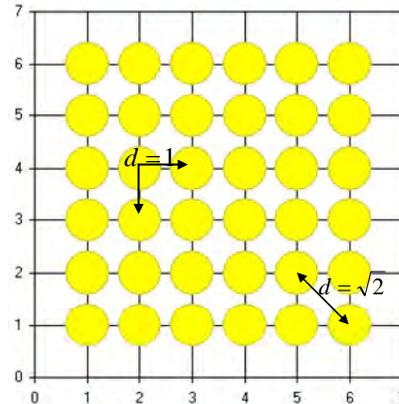
Lo que se logra con el proceso de entrenamiento es la reubicación paulatina de los pesos y la adaptación de éstos dentro de un mapa bidimensional, de tal manera que vectores geográficamente cercanos en él, compartan características en el espacio original, de  $N$  dimensiones.

A continuación se da el inicio del algoritmo de entrenamiento para la formación del mapa comenzando por la definición del número de pesos con que contará la red. Antes de comenzar con dicho método, se hace la aclaración de que cada paso se ejemplificará a detalle con los datos correspondientes al estado de Oaxaca. En el caso de las otras dos regiones a clasificar, al final se comentarán los resultados obtenidos en cada una de ellas, ya que las etapas y criterios del proceso a seguir son los mismos.

## 1. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE NEURONAS

Un factor importante a decidir es el número de neuronas o pesos en el mapa. En este caso se utilizará un mapa cuadrado de 6x6, por lo que habrá 36 neuronas. Debe recordarse que la distancia lateral y vertical entre neuronas es de 1. Esta distancia será utilizada posteriormente en la función de retroalimentación entre la neurona ganadora y sus neuronas vecinas.

FIGURA 3.1 MAPA AL INICIO DEL ENTRENAMIENTO



Puesto que aún no han sido clasificadas, cada una de las neuronas en el mapa tiene el mismo color<sup>49</sup>.

## 2. INICIALIZACIÓN DE LOS PESOS SINÁPTICOS

Como se recuerda del capítulo 1, los pesos inicialmente pueden tener distintos valores. En este caso se comenzará el entrenamiento con pesos aleatorios en un rango de 0 a 1.

Los mostrados en la tabla 3.4 son los vectores iniciales considerados para el entrenamiento. Como se mencionó en el capítulo 1, el resultado final es independiente de los detalles en la realización del mapa (como pudieran ser los valores iniciales de los pesos).

En cada una de las otras dos clasificaciones a realizar el proceso inicial es el mismo; la inicialización de los pesos sinápticos de manera aleatoria tomando en cuenta que en cada región se eliminaron distinto número de variables (los pesos sinápticos de Hidalgo y del país serán de dimensión 16 y 21 respectivamente).

<sup>49</sup> En el proceso de etiquetamiento para comprender visualmente la clasificación de la información, se usa un color distinto para cada clase.

TABLA 3.4 VALORES INICIALES DE LOS PESOS SINÁPTICOS (OAXACA)

NEURONA	IND01	IND02	IND03	IND04	IND05	IND06	IND07	IND08	IND09	IND10	IND11	IND13	IND14	IND15	IND16	IND17	IND19	IND21	IND23	IND25	IND26
1-1	0.9931	0.5057	0.2692	0.2076	0.0313	0.2039	0.5118	0.7070	0.0819	0.0744	0.5460	0.1914	0.1978	0.5359	0.3843	0.8695	0.6986	0.9101	0.8159	0.6456	0.7572
1-2	0.7816	0.9353	0.4358	0.9395	0.4361	0.9722	0.1991	0.1071	0.1543	0.9743	0.6772	0.3646	0.5586	0.0666	0.3425	0.8934	0.4734	0.6676	0.0457	0.3087	0.7044
1-3	0.1790	0.2807	0.0922	0.7248	0.2142	0.3904	0.1034	0.1697	0.0001	0.3577	0.0730	0.6988	0.7757	0.6211	0.4002	0.7248	0.7135	0.6534	0.4817	0.1689	0.0505
1-4	0.6148	0.2630	0.4581	0.8703	0.3953	0.6105	0.0915	0.4313	0.6000	0.3370	0.1137	0.1476	0.2756	0.1607	0.2664	0.7436	0.5258	0.4016	0.2001	0.8517	0.8421
1-5	0.8997	0.8111	0.6845	0.2413	0.3462	0.4860	0.4589	0.2654	0.4070	0.1023	0.8563	0.3263	0.1938	0.4180	0.6037	0.7675	0.4803	0.5938	0.6502	0.0795	0.6461
1-6	0.5214	0.9416	0.2787	0.0691	0.5093	0.8610	0.9082	0.5762	0.2947	0.8294	0.5031	0.7808	0.4649	0.3636	0.5524	0.7403	0.8892	0.3936	0.2614	0.9325	0.6817
2-1	0.2893	0.0357	0.5031	0.8900	0.6933	0.0239	0.1354	0.7035	0.6456	0.8046	0.1561	0.1187	0.7601	0.0521	0.6976	0.6740	0.1590	0.1678	0.5261	0.4891	0.3025
2-2	0.6495	0.9744	0.3306	0.6438	0.3799	0.7418	0.5386	0.2993	0.8136	0.2849	0.4470	0.6043	0.7351	0.5545	0.4730	0.8859	0.2680	0.3022	0.4842	0.2569	0.5817
2-3	0.5390	0.5788	0.8244	0.7492	0.4217	0.0348	0.6302	0.2943	0.9327	0.8171	0.9607	0.1845	0.7932	0.6059	0.5177	0.8805	0.9457	0.7801	0.8475	0.7433	0.0687
2-4	0.9084	0.4358	0.3348	0.4799	0.7331	0.5072	0.7863	0.3329	0.1567	0.6416	0.6860	0.5774	0.5742	0.3168	0.8410	0.0528	0.4300	0.8037	0.4567	0.9410	0.7392
2-5	0.2472	0.5374	0.6296	0.3603	0.0371	0.5791	0.1431	0.3453	0.2032	0.2930	0.3679	0.9604	0.4491	0.8151	0.4920	0.7258	0.9941	0.7901	0.2481	0.4776	0.3769
2-6	0.9470	0.2024	0.4442	0.4282	0.6251	0.5951	0.3706	0.8615	0.2806	0.2276	0.1696	0.4218	0.3922	0.6031	0.5554	0.4594	0.0071	0.8753	0.1119	0.5591	0.0272
3-1	0.7787	0.1996	0.3649	0.7066	0.7689	0.4346	0.1029	0.4167	0.3533	0.8888	0.0620	0.7698	0.6208	0.9223	0.2305	0.7605	0.6957	0.4673	0.1670	0.8127	0.7077
3-2	0.5390	0.0503	0.5663	0.6603	0.0704	0.6205	0.6954	0.0736	0.5821	0.7612	0.0457	0.9358	0.9593	0.7965	0.9769	0.8002	0.7494	0.6331	0.7958	0.7838	0.7349
3-3	0.9675	0.1691	0.9914	0.5842	0.3145	0.1117	0.9148	0.7552	0.8731	0.2621	0.5460	0.2744	0.0351	0.0998	0.0683	0.9474	0.6607	0.6132	0.7866	0.6338	0.7045
3-4	0.1575	0.2033	0.0769	0.7341	0.9307	0.3986	0.8971	0.3298	0.6596	0.0577	0.2625	0.3584	0.0019	0.7763	0.9926	0.6385	0.7456	0.5570	0.6484	0.4767	0.3820
3-5	0.0338	0.5199	0.4839	0.4137	0.4133	0.8928	0.2124	0.0729	0.4730	0.4537	0.0093	0.0914	0.0069	0.4210	0.7199	0.5142	0.2276	0.4471	0.7681	0.8793	0.9738
3-6	0.5321	0.2390	0.6626	0.2570	0.4230	0.2968	0.1101	0.0030	0.8799	0.3326	0.6450	0.8181	0.4145	0.1022	0.5672	0.2506	0.1800	0.1707	0.8543	0.6499	0.8174
4-1	0.7404	0.8715	0.6289	0.2386	0.4589	0.7245	0.5735	0.3335	0.5304	0.0974	0.1992	0.7588	0.9568	0.5805	0.4603	0.0979	0.3571	0.2369	0.5670	0.3232	0.3796
4-2	0.3414	0.7785	0.8608	0.0734	0.6742	0.5593	0.5753	0.4529	0.0901	0.4703	0.2615	0.7832	0.5601	0.2577	0.7666	0.1832	0.0961	0.1165	0.2181	0.6848	0.3124
4-3	0.9903	0.7858	0.1831	0.0305	0.6171	0.6417	0.0898	0.7410	0.6244	0.2793	0.0651	0.3881	0.7933	0.5210	0.1269	0.5761	0.6733	0.8597	0.5395	0.2877	0.1144
4-4	0.7203	0.6359	0.6659	0.0495	0.6820	0.0912	0.6872	0.2185	0.8041	0.8703	0.7245	0.0087	0.3495	0.8787	0.3144	0.9429	0.9959	0.7901	0.9660	0.1470	0.6244
4-5	0.6440	0.7006	0.1112	0.8032	0.5260	0.8278	0.8328	0.6908	0.8041	0.5419	0.4658	0.6279	0.3518	0.6896	0.2270	0.0340	0.0693	0.0211	0.1428	0.9639	0.0645
4-6	0.2851	0.6886	0.9204	0.0578	0.6693	0.9956	0.3479	0.8260	0.5242	0.5566	0.6262	0.6465	0.9922	0.5271	0.4140	0.9261	0.5750	0.2562	0.1860	0.0823	0.9759
5-1	0.4927	0.0834	0.2070	0.3288	0.3605	0.5701	0.3779	0.1385	0.2044	0.0771	0.2695	0.5875	0.8153	0.0930	0.5182	0.5300	0.9344	0.2588	0.0190	0.7104	0.2944
5-2	0.6537	0.5449	0.2174	0.6557	0.6105	0.0858	0.5947	0.5982	0.4336	0.8403	0.8189	0.2175	0.6163	0.4486	0.5340	0.4911	0.5643	0.9901	0.1265	0.5863	0.9934
5-3	0.7966	0.5892	0.5312	0.0566	0.3751	0.7517	0.9305	0.2828	0.1338	0.4619	0.0630	0.1849	0.7312	0.2949	0.9889	0.9304	0.7698	0.3571	0.6611	0.6229	0.3822
5-4	0.5274	0.0315	0.7925	0.6570	0.3388	0.2650	0.5218	0.8508	0.6493	0.1172	0.7250	0.6959	0.1535	0.5618	0.9133	0.7626	0.9069	0.1622	0.7581	0.1548	0.2713
5-5	0.3731	0.1963	0.9405	0.1527	0.6012	0.4995	0.6248	0.6303	0.5080	0.8134	0.4678	0.3707	0.7776	0.4311	0.6667	0.2475	0.7004	0.6017	0.4081	0.1551	0.8148
5-6	0.3933	0.8711	0.4687	0.9775	0.7084	0.6578	0.1328	0.8266	0.3043	0.4614	0.8388	0.6886	0.5473	0.0703	0.7560	0.7115	0.7910	0.8961	0.8963	0.0934	0.0167
6-1	0.4627	0.5957	0.5849	0.2429	0.3111	0.8664	0.1254	0.8304	0.9152	0.6099	0.9361	0.3456	0.6314	0.5687	0.4714	0.0887	0.9894	0.0299	0.9686	0.4052	0.4999
6-2	0.9517	0.0994	0.0731	0.8680	0.1276	0.2309	0.9032	0.6437	0.1886	0.1338	0.0511	0.6093	0.6699	0.3267	0.9757	0.6046	0.0636	0.5382	0.3504	0.4336	0.7362
6-3	0.5548	0.7285	0.8716	0.0886	0.9671	0.1179	0.2182	0.7344	0.6071	0.8220	0.7702	0.6282	0.0434	0.4512	0.9123	0.7810	0.2500	0.5801	0.9778	0.3324	0.9308
6-4	0.0112	0.8739	0.2591	0.6633	0.1382	0.9521	0.4555	0.6837	0.2090	0.1332	0.9064	0.7702	0.1510	0.0865	0.2002	0.6847	0.4094	0.4797	0.9223	0.2306	0.1588
6-5	0.9684	0.9631	0.2967	0.9608	0.6910	0.6778	0.5791	0.2452	0.3920	0.1361	0.5279	0.0600	0.0702	0.3823	0.6393	0.1805	0.3070	0.5775	0.3371	0.9919	0.4626
6-6	0.4350	0.4140	0.5405	0.7877	0.2749	0.1491	0.5486	0.9336	0.5066	0.4085	0.8803	0.4009	0.4342	0.2723	0.8072	0.6056	0.6058	0.1956	0.9910	0.9779	0.9542

Teniendo los pesos sus valores iniciales, puede ahora definirse un contador de épocas  $t$ , y se inicializa su valor en 1. Cada época será la presentación de todos los ejemplos a la red.

$$t \rightarrow 1$$

### 3. PRESENTACIÓN DE LOS VECTORES DE ENTRADA

En esta etapa se toman cada uno de los objetos (municipios) que constituyen los patrones de entrenamiento a la red para que éstos sean actualizados (no importa el orden en que sean tomados).

Para realizar los cálculos necesarios, en la siguiente tabla están los indicadores del primer municipio de Oaxaca (transformados a la escala 0-1, y eliminados los indicadores comentados en la sección 3.2.3.1)

TABLA 3.5 INDICADORES PRIMER MUNICIPIO OAXACA

IND01	IND02	IND03	IND04	IND05	IND06	IND07	IND08	IND09	IND10	IND11	IND13	IND14	IND15	IND16	IND17	IND19	IND21	IND23	IND25	IND26
0.81	0.88	0.22	0.29	0.39	0.40	0.42	0.46	0.06	0.31	0.80	0.08	0.01	0.73	0.83	0.58	0.08	0.09	-	0.01	0.12

### 4. ACTUALIZACIÓN DE LOS PESOS SINÁPTICOS

Ahora el objetivo de la red será encontrar la similitud existente entre cada uno de los pesos y el vector de entrada presentado. Esto determinará cuál es la neurona ganadora. La similitud se medirá con la distancia euclideana expuesta en el capítulo 1; en tanto menor sea ésta, querrá decir que los vectores tienen una mayor semejanza entre sí.

Continuando con la formación de los mapas, se muestra en la tabla 3.6 la distancia euclideana de cada una de las neuronas al primer vector de cada estado. Como puede observarse, en el estado de Oaxaca la neurona ganadora es la 1-5 por tener la mínima distancia a los valores del primer municipio.

Ahora, todos los pesos en el espacio N-dimensional serán modificados de acuerdo con la regla de aprendizaje presentada en el capítulo 1, misma que puede verse en la expresión 3.3.

TABLA 3.6 DISTANCIA EUCLIDEANA DE LAS NEURONAS AL PRIMER MUNICIPIO DEL ESTADO DE OAXACA

NEURONA	DISTANCIA
1-1	1.85
1-2	1.87
1-3	1.97
1-4	2.01
1-5	1.36
1-6	1.99
2-1	2.10
2-2	1.63
2-3	2.16
2-4	1.94
2-5	1.96
2-6	1.60
3-1	2.16
3-2	2.55
3-3	2.34
3-4	1.96
3-5	2.10
3-6	2.15
4-1	1.84
4-2	1.69
4-3	1.96
4-4	2.14
4-5	1.87
4-6	2.10
5-1	1.98
5-2	1.83
5-3	1.95
5-4	1.86
5-5	2.03
5-6	2.04
6-1	2.13
6-2	1.93
6-3	2.04
6-4	1.99
6-5	1.66
6-6	2.15
DISTANCIA MÍNIMA	1.3576

Con base en la regla de aprendizaje

$$w_j(t+1) = w_j + \alpha(t) \cdot r_{jk}(x - w_j) \dots 3.3$$

se definirán entonces los siguientes parámetros:

$\alpha(t)$  - tasa de aprendizaje. Normalmente comienza con un valor cercano a 1.

$f_\alpha$  - factor de aprendizaje. Actualiza el valor de la tasa de aprendizaje

Quedó definida en el capítulo 1 la función de retroalimentación como

$$r_{jk}(t) = \exp\left(\frac{-d_{jk}^2}{\sigma(t)^2}\right) \dots 3.4$$

la cual aplicará el ajuste a todos los pesos del mapa dependiendo de la distancia de la neurona  $j$  y la ganadora  $k$ , y del parámetro  $\sigma$ .

$d_{jk}$  - es la distancia entre la neurona  $j$  y la ganadora  $k$  en el mapa de Kohonen.

$\sigma$  - radio de vecindad el cual inicialmente se buscará que sea igual al "diámetro" del mapa<sup>50</sup>.

$f_\sigma$  - factor radial de aprendizaje, el cual inicialmente tiene un valor cercano a 1.

Se tomarán los siguientes valores para la formación del mapa:

TABLA 3.7 VALORES INICIALES DE LOS PARÁMETROS DE LA REGLA DE APRENDIZAJE

$\alpha_0(t)$	.999
$f_\alpha$	.99
$\sigma_0$	9
$f_\alpha$	.995

Para la neurona ganadora, en la primera iteración su función de retroalimentación será de<sup>51</sup>:

$$r_{kk} = e^{-\frac{0^2}{8^2}} = 1$$

Y el nuevo valor del peso:

$$\begin{aligned} w_j(t+1) &= w_j + .999 \cdot 1 \cdot (x - w_j) \\ &= w_j + .999x - .999w_j \\ &= .001w_j + .999x \\ &\approx x \end{aligned}$$

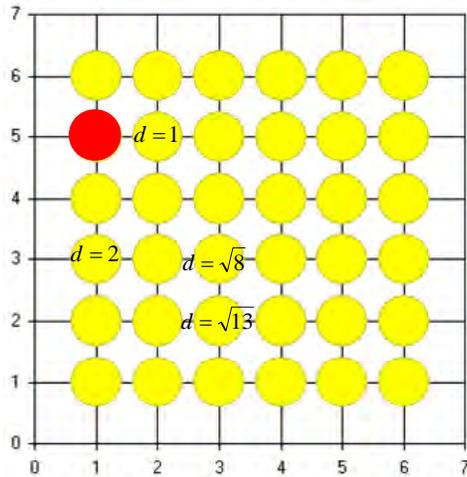
Con este resultado puede verse que el peso que resulta ganador, rota significativamente en cada iteración hacia el vector de entrada, dependiendo también de los valores que tengan  $\alpha(t)$  y  $r_{jk}$ .

En la siguiente figura, se muestran las distancias de algunas neuronas a la ganadora (neurona ganadora 1-5). Con este dato se obtiene el parámetro  $d$  utilizado en la función de retroalimentación:

<sup>50</sup> Se considera la distancia euclideana entre esquinas opuestas, para un mapa de 6x6 sería aproximadamente  $\sqrt{5^2 + 5^2}$ .

<sup>51</sup> La distancia de la neurona ganadora a sí misma es 0.

FIGURA 3.2 DISTANCIAS A LA NEURONA GANADORA



De acuerdo a los datos presentados, puede concluirse que conforme la distancia entre la neurona ganadora y las otras aumenta, la influencia lateral del cambio es cada vez menor.

Por otro lado, el radio de vecindad  $\sigma$  que en esta primera iteración tiene un valor de 8, irá decreciendo conforme se avance en el entrenamiento, reduciendo con esto la interacción lateral entre las neuronas, llegando a un punto en el que tenga un valor tan pequeño con el que solamente se actualizarán los pesos de las neuronas que estén junto a la neurona ganadora o incluso únicamente ésta.

Todas estas condiciones sientan las bases para asegurar un ajuste paulatino de los vectores que representan las neuronas en el mapa, garantizando la cercanía en el espacio N-dimensional de las neuronas que queden vecinas en el mapa bidimensional.

Dadas las diferentes distancias a la neurona ganadora, y los valores en los parámetros  $\alpha_0 = .999$  y  $\sigma_0 = 8$ , en la tabla 3.8 se muestra el ajuste que sufrieron los pesos del estado de Oaxaca en la primera iteración o época de acuerdo a la expresión 3.3, con respecto sólo a los datos presentados del primer municipio.

TABLA 3.8 NUEVO VALOR DE LOS PESOS  $t \rightarrow J$  (1ER MUNICIPIO OAXACA)

NEURONA	IND01	IND02	IND03	IND04	IND05	IND06	IND07	IND08	IND09	IND10	IND11	IND13	IND14	IND15	IND16	IND17	IND19	IND21	IND23	IND25	IND26
1-1	0.8515	0.7974	0.2271	0.3754	0.3070	0.3549	0.4389	0.5159	0.0660	0.2610	0.7467	0.1061	0.0549	0.6879	0.7306	0.6456	0.2174	0.2736	0.1811	0.1503	0.2623
1-2	0.8073	0.8878	0.2443	0.2799	0.3923	0.4738	0.3892	0.4146	0.0737	0.4014	0.7872	0.1191	0.0861	0.6435	0.7651	0.6229	0.1321	0.1681	0.0060	0.0486	0.1981
1-3	0.7723	0.8437	0.2076	0.3212	0.3751	0.3975	0.3988	0.4434	0.0577	0.3169	0.7590	0.1197	0.0610	0.7245	0.8030	0.5905	0.1191	0.1266	0.0296	0.0188	0.1167
1-4	0.8079	0.8704	0.2191	0.3043	0.3858	0.4014	0.4128	0.4609	0.0704	0.3146	0.7926	0.0828	0.0185	0.7219	0.8201	0.5844	0.0875	0.0972	0.0033	0.0229	0.1330
1-5	0.8112	0.8805	0.2156	0.2947	0.3856	0.3980	0.4182	0.4612	0.0618	0.3140	0.8040	0.0820	0.0144	0.7310	0.8292	0.5819	0.0806	0.0926	0.0057	0.0090	0.1216
1-6	0.8064	0.8816	0.2162	0.2910	0.3877	0.4056	0.4262	0.4633	0.0633	0.3227	0.7990	0.0932	0.0216	0.7253	0.8248	0.5844	0.0935	0.0970	0.0043	0.0242	0.1303
2-1	0.6890	0.6828	0.2825	0.4341	0.4576	0.3104	0.3520	0.5180	0.1982	0.4290	0.6524	0.0904	0.1887	0.5723	0.7986	0.6033	0.0986	0.1098	0.1231	0.1213	0.1635
2-2	0.7876	0.8942	0.2319	0.3456	0.3848	0.4480	0.4357	0.4378	0.1709	0.3099	0.7520	0.1578	0.1191	0.7056	0.7775	0.6260	0.1075	0.1226	0.0705	0.0451	0.1881
2-3	0.7904	0.8576	0.2615	0.3293	0.3864	0.3703	0.4343	0.4487	0.1278	0.3525	0.8159	0.0895	0.0191	0.7218	0.8057	0.6045	0.1460	0.1444	0.0643	0.0648	0.1171
2-4	0.8142	0.8665	0.2189	0.3006	0.3967	0.4014	0.4298	0.4573	0.0645	0.3246	0.8002	0.0975	0.0319	0.7182	0.8298	0.5650	0.0913	0.1146	0.0145	0.0386	0.1407
2-5	0.8018	0.8749	0.2220	0.2958	0.3799	0.4009	0.4136	0.4595	0.0638	0.3139	0.7968	0.0962	0.0213	0.7327	0.8238	0.5841	0.0952	0.1036	0.0041	0.0167	0.1253
2-6	0.8155	0.8590	0.2224	0.2990	0.3932	0.4042	0.4167	0.4741	0.0684	0.3115	0.7839	0.0925	0.0262	0.7272	0.8207	0.5779	0.0779	0.1169	0.0036	0.0264	0.1181
3-1	0.8024	0.6973	0.2554	0.4056	0.4888	0.4078	0.3333	0.4494	0.1400	0.4688	0.6043	0.1774	0.7827	0.6682	0.6299	0.2458	0.1930	0.0450	0.2253	0.2789	
3-2	0.7609	0.7273	0.2800	0.3623	0.3274	0.4390	0.4694	0.3898	0.1576	0.3967	0.6640	0.2394	0.1887	0.7434	0.8566	0.6221	0.2037	0.1920	0.1469	0.1520	0.2344
3-3	0.8297	0.7963	0.3070	0.3290	0.3772	0.3640	0.4770	0.4962	0.1576	0.3080	0.7735	0.1045	0.0167	0.6565	0.7393	0.6250	0.1489	0.1537	0.0931	0.0829	0.1902
3-4	0.7614	0.8290	0.2046	0.3282	0.4271	0.3960	0.4546	0.4514	0.1070	0.2947	0.7628	0.1028	0.0132	0.7347	0.8418	0.5861	0.1308	0.1274	0.0493	0.0446	0.1409
3-5	0.7633	0.8584	0.2317	0.3021	0.3873	0.4284	0.4055	0.4375	0.0868	0.3228	0.7551	0.0823	0.0137	0.7122	0.8227	0.5776	0.0892	0.1139	0.0473	0.0625	0.1736
3-6	0.7899	0.8318	0.2492	0.2919	0.3885	0.3902	0.3947	0.4265	0.1237	0.3156	0.7919	0.1377	0.0446	0.6834	0.8095	0.5566	0.0878	0.0980	0.0650	0.0577	0.1741
4-1	0.7882	0.8776	0.3492	0.4094	0.5038	0.4376	0.3341	0.5496	0.2134	0.2439	0.6080	0.3011	0.3196	0.6824	0.7098	0.4250	0.1699	0.1390	0.1837	0.1108	0.2049
4-2	0.6956	0.8555	0.3739	0.2403	0.4566	0.4376	0.4568	0.4593	0.0685	0.3526	0.6706	0.2542	0.1484	0.6148	0.8140	0.4837	0.0841	0.0981	0.0536	0.1752	0.1681
4-3	0.8442	0.8631	0.2092	0.2460	0.4284	0.4429	0.3575	0.5130	0.1654	0.3078	0.6676	0.1383	0.1580	0.6925	0.6997	0.5807	0.1897	0.2338	0.0996	0.0604	0.1199
4-4	0.7979	0.8450	0.2807	0.2591	0.4288	0.3553	0.4573	0.4260	0.1695	0.3951	0.7924	0.0711	0.0630	0.7527	0.7545	0.6343	0.2134	0.1936	0.1406	0.0291	0.1943
4-5	0.7891	0.8568	0.2014	0.3619	0.4042	0.4547	0.4729	0.4917	0.1596	0.3443	0.7593	0.1539	0.0588	0.7258	0.7499	0.5094	0.0787	0.0827	0.0189	0.1351	0.1136
4-6	0.7346	0.8526	0.3177	0.2603	0.4269	0.4849	0.4079	0.5144	0.1288	0.3495	0.7781	0.1639	0.1565	0.7016	0.7690	0.6318	0.1522	0.1159	0.0271	0.0196	0.2455
5-1	0.6857	0.5664	0.2119	0.3082	0.3757	0.4658	0.4023	0.3342	0.1178	0.2208	0.5934	0.2810	0.3299	0.4798	0.7068	0.5613	0.4168	0.1577	0.0075	0.2854	0.1894
5-2	0.7601	0.7718	0.2159	0.4117	0.4585	0.2968	0.4754	0.5057	0.1821	0.3616	0.8088	0.1257	0.2093	0.6397	0.7337	0.5524	0.2370	0.3831	0.0410	0.1961	0.4038
5-3	0.8072	0.8022	0.3002	0.2307	0.3828	0.4931	0.5560	0.4133	0.0809	0.4562	0.6046	0.1095	0.2071	0.6139	0.8723	0.6756	0.2658	0.1634	0.1779	0.1742	0.1914
5-4	0.7447	0.6818	0.3503	0.3795	0.3747	0.3668	0.4424	0.4823	0.1991	0.2681	0.7855	0.2255	0.0468	0.6916	0.8490	0.6241	0.2737	0.1085	0.1774	0.0431	0.1963
5-5	0.7139	0.7287	0.3761	0.2632	0.4335	0.4205	0.4640	0.4989	0.1606	0.4250	0.7294	0.1459	0.1836	0.6647	0.7933	0.5075	0.2178	0.2052	0.0906	0.0414	0.2751
5-6	0.7134	0.8784	0.2745	0.4546	0.4612	0.4587	0.3514	0.4205	0.1183	0.3487	0.8121	0.2237	0.1389	0.5766	0.8122	0.6121	0.2465	0.2802	0.2098	0.0287	0.0967
6-1	0.6462	0.7457	0.3902	0.2702	0.3503	0.6198	0.2795	0.6361	0.4658	0.4542	0.8665	0.2067	0.3065	0.6543	0.6599	0.3482	0.5107	0.0626	0.4587	0.1966	0.3005
6-2	0.8691	0.5581	0.1565	0.5314	0.2791	0.3290	0.6183	0.5366	0.1140	0.2398	0.4933	0.2995	0.2848	0.5643	0.8898	0.5912	0.0734	0.2762	0.1446	0.1842	0.3750
6-3	0.7176	0.8251	0.4547	0.2195	0.5979	0.2957	0.3452	0.5610	0.2606	0.4896	0.7916	0.2812	0.0248	0.6291	0.8597	0.6545	0.1422	0.2702	0.3569	0.1270	0.4385
6-4	0.5435	0.8784	0.2288	0.4181	0.3029	0.5853	0.4307	0.5358	0.1108	0.4811	0.8383	0.3120	0.0600	0.5156	0.6189	0.6162	0.1903	0.2217	0.3085	0.0651	0.1337
6-5	0.8621	0.9073	0.2416	0.5106	0.4846	0.4886	0.4703	0.3913	0.1686	0.2565	0.7145	0.0747	0.0323	0.6182	0.7678	0.4517	0.1537	0.2494	0.1092	0.3275	0.2318
6-6	0.6853	0.7245	0.3240	0.4597	0.3486	0.3147	0.4618	0.6193	0.2104	0.3458	0.8295	0.1885	0.1547	0.5778	0.8220	0.5687	0.2560	0.1267	0.3311	0.3331	0.3998

El cambio sufrido en los pesos tuvo como centro a la neurona ganadora 1-5 (marcada con azul). Como puede observarse ésta ahora se parece significativamente al primer vector presentado (tabla 3.5), y los demás pesos sufrieron un cambio menor, marcado por la función de retroalimentación  $r_{jk}$  (la cual depende de la distancia a la que éste se encuentre de la neurona ganadora).

Posterior a este primer ajuste, debe continuarse con la presentación de todos los municipios a la red para completar la primera iteración. Posteriormente debe volverse a repetir este paso hasta completar el número establecido de iteraciones.

De igual forma, para el estado de Hidalgo y los 2442 municipios del país, se llevaron a cabo las transformaciones de sus pesos, tomando  $x(t)$  en cada caso el valor del municipio correspondiente.

Con relación a la influencia de la neurona ganadora sobre sus vecinas, debe recordarse que está marcada por el comportamiento de la función de vecindad (ver figura 1.10). Esto implica que la influencia de la neurona ganadora afecta inicialmente a todas las otras del mapa (debido al valor inicial grande de  $\sigma(t)$ ), y gradualmente el tamaño de la vecindad de la neurona ganadora va disminuyendo.

#### **5. REALIZAR LAS ITERACIONES ESTABLECIDAS.**

El proceso descrito en el paso 4 debe repetirse con cada uno de los vectores de entrada (municipios) completándose así la primera época. En el presente ejercicio se fijó un número de 1500 iteraciones para obtener los valores finales de los pesos en cada uno de los 3 casos.

Después del número de iteraciones mencionado, los pesos del estado de Oaxaca tienen los siguientes valores<sup>52</sup> (convertidos a su escala original):

---

<sup>52</sup> Datos obtenidos con el programa DataEngine (MIT GmbH, Germany)

TABLA 3.9 PESOS SINÁPTICOS FINALES (OAXACA)

	IND01	IND02	IND03	IND04	IND05	IND06	IND07	IND08	IND09	IND10	IND11	IND13	IND14	IND15	IND16	IND17	IND19	IND21	IND23	IND25	IND26
1-1	18.5	90.6	14.8	50.4	52.0	34.7	28.5	64.7	17.9	21.2	81.6	8.9	11.3	72.0	84.8	55.6	16.3	25.9	1.4	16.8	11.5
1-2	38.3	85.5	6.8	27.8	25.6	11.5	23.5	26.9	5.2	13.7	70.6	3.8	11.3	62.8	87.5	64.2	16.8	26.2	1.0	14.8	7.1
1-3	16.2	91.7	7.1	33.2	23.6	19.1	18.2	69.2	3.9	11.6	68.9	3.1	9.9	68.9	89.9	57.4	33.4	32.0	0.7	27.4	6.5
1-4	16.8	80.6	5.6	16.3	17.9	6.0	16.4	84.6	2.4	12.7	63.1	1.9	5.2	67.4	86.0	67.4	29.4	22.0	0.5	27.4	5.2
1-5	28.9	55.1	0.8	19.3	17.9	2.6	17.4	81.3	1.4	2.5	59.9	1.8	5.2	66.6	92.0	69.3	33.4	30.0	0.4	37.6	5.4
1-6	58.9	55.6	3.4	12.9	6.2	3.9	13.4	62.0	2.4	4.7	54.4	1.8	5.2	67.4	86.0	67.4	29.4	22.0	0.4	37.6	5.4
2-1	31.1	92.4	24.3	63.6	45.3	23.3	31.6	65.4	23.5	34.7	80.6	10.7	19.7	73.7	89.6	54.5	14.5	26.6	2.1	10.2	14.9
2-2	65.8	97.7	9.7	47.3	25.0	16.7	27.5	66.3	9.7	22.8	77.9	5.0	60.6	68.5	88.1	58.0	15.0	23.2	1.0	18.5	16.0
2-3	43.1	92.4	11.3	49.7	20.6	13.4	30.8	72.3	13.2	21.8	78.8	5.6	9.2	78.0	89.5	59.7	16.2	26.6	1.0	18.4	9.1
2-4	32.5	81.1	4.4	34.3	32.1	9.1	32.2	90.5	3.8	6.5	73.0	2.8	24.6	69.7	93.2	71.4	27.2	30.5	0.5	36.0	5.8
2-5	53.4	57.7	5.3	25.1	12.9	5.3	20.0	86.7	3.4	6.1	62.0	2.2	9.7	68.7	88.3	62.7	19.0	27.4	1.0	13.5	8.7
2-6	79.6	72.7	7.6	28.1	17.7	9.9	19.8	60.5	3.9	7.6	50.1	2.0	8.2	64.5	89.0	66.1	26.7	31.1	0.7	14.5	5.8
3-1	47.6	91.5	29.8	67.2	57.4	28.6	37.0	73.8	40.5	38.2	85.2	10.3	26.4	81.2	90.6	68.5	20.2	29.9	3.1	11.8	19.9
3-2	77.6	93.3	22.0	61.1	38.4	28.3	32.2	58.4	20.4	36.8	78.8	9.4	27.9	72.4	89.7	65.7	14.7	21.8	2.5	14.8	13.8
3-3	60.1	91.1	15.4	60.7	49.9	20.1	37.9	79.7	16.3	22.8	76.4	6.4	6.0	74.5	91.2	63.8	14.9	25.3	1.1	19.9	10.0
3-4	60.6	91.5	9.0	36.4	37.1	20.7	27.9	87.2	8.3	13.5	73.3	4.4	9.0	66.9	87.0	58.9	20.1	29.2	1.0	17.2	9.8
3-5	66.0	82.3	5.1	34.6	14.0	7.2	20.1	83.5	3.6	9.5	69.0	4.1	5.3	74.3	91.2	66.9	15.8	25.4	1.0	24.4	7.6
3-6	71.3	87.6	5.4	16.2	8.3	3.5	18.6	88.4	1.4	4.5	61.2	1.6	5.4	68.7	90.0	66.8	18.7	27.2	0.6	10.7	5.5
4-1	50.2	94.4	36.2	65.8	47.7	41.3	42.9	87.8	62.3	45.1	92.5	17.6	19.0	87.5	90.9	67.5	26.6	34.0	4.1	10.9	26.3
4-2	82.0	95.9	23.5	73.0	54.0	40.6	46.4	85.7	46.4	40.8	91.2	15.1	16.7	85.4	92.2	69.0	21.8	31.6	2.4	19.6	19.0
4-3	76.9	93.5	7.9	65.1	76.5	33.9	41.8	75.2	14.2	24.5	84.5	11.2	9.1	75.6	87.8	50.3	20.1	29.0	0.4	38.4	6.8
4-4	75.9	93.3	10.8	40.3	46.6	37.5	27.5	63.3	15.6	17.5	80.1	7.7	3.4	64.9	85.4	55.7	18.9	25.3	1.1	16.7	8.2
4-5	84.0	94.3	10.3	47.4	30.1	19.7	38.8	80.2	9.3	13.9	76.3	5.7	5.2	72.7	95.0	81.0	26.1	29.5	1.2	17.3	12.0
4-6	90.7	94.4	9.7	29.8	10.3	8.9	32.1	79.5	3.8	11.9	71.7	2.6	4.9	74.6	89.7	60.5	14.9	26.5	0.9	17.0	6.1
5-1	79.1	96.6	51.8	83.2	51.1	39.9	52.5	91.8	79.0	61.2	96.5	22.6	29.3	92.6	95.1	78.7	29.7	36.7	5.3	7.0	31.0
5-2	83.5	97.2	45.5	78.3	69.8	65.9	48.9	80.7	54.7	49.7	91.3	19.3	10.2	81.0	87.9	56.7	23.6	31.0	2.7	13.7	16.4
5-3	89.8	95.2	33.3	77.4	82.7	26.5	43.8	78.4	18.9	29.1	89.6	14.4	8.0	82.4	93.5	63.1	27.8	33.8	1.1	31.1	11.2
5-4	88.6	94.5	20.6	62.0	41.1	27.5	40.6	73.0	22.9	31.6	83.3	9.3	7.8	80.0	89.0	58.8	14.7	25.6	1.4	11.4	14.6
5-5	83.3	91.8	18.0	53.9	22.2	10.5	45.3	88.7	14.4	20.3	86.9	8.9	9.4	87.8	91.1	61.2	26.6	36.4	0.8	41.3	10.7
5-6	80.6	90.6	9.7	39.9	22.2	12.3	30.9	71.8	4.5	9.4	75.0	3.3	4.5	73.5	90.1	60.7	46.1	40.3	0.6	48.3	6.4
6-1	92.6	92.4	84.8	80.8	82.6	95.3	61.1	92.3	85.7	80.1	27.9	45.9	27.1	84.3	85.0	35.1	37.8	12.7	3.6	42.0	6.0
6-2	92.9	93.4	69.9	78.3	70.1	35.6	46.6	81.3	55.8	49.5	87.2	12.3	27.1	81.3	91.5	75.1	21.5	31.4	4.9	7.7	25.6
6-3	97.4	97.9	97.9	64.4	79.6	56.1	46.6	76.1	23.8	25.2	85.2	5.1	11.6	90.4	89.0	25.0	25.0	1.5	16.0	11.6	11.6
6-4	95.5	97.7	53.9	62.0	27.8	21.4	52.2	89.9	27.5	38.4	88.6	8.8	9.7	84.1	92.5	62.3	17.8	26.9	1.5	16.5	15.3
6-5	96.2	97.7	33.5	55.8	19.1	13.1	33.6	80.3	12.4	20.3	73.0	5.2	5.2	78.9	92.3	68.2	27.0	1.9	17.2	17.2	17.2
6-6	94.7	97.3	67.0	28.4	20.9	18.7	40.0	78.2	9.0	14.7	74.0	3.2	2.4	76.1	93.6	68.5	48.7	43.1	0.5	18.2	4.0

Dado que por el momento no resultan significativos estos valores, es momento de iniciar la siguiente etapa; la interpretación de cada peso de acuerdo a un criterio que explique esta información y que determine a qué clase pertenece cada uno (y por lo tanto cada municipio por él representado). Esto constituye la fase de etiquetamiento o *labeling*, misma que será explicada en el siguiente apartado.

### 3.3.3. PROPUESTAS DE ETIQUETAMIENTO

El proceso de asignar a un vector una etiqueta que indique la clase a la que pertenece, representa en sí todo un motivo de estudio por parte del investigador del tema, pues se buscará que las características de cada clase sean mostradas de la manera más representativa en los ejemplos que proponga para etiquetar la información. Cabe señalar que este problema no es exclusivo de las redes de Kohonen, sino de muchas metodologías de análisis de conglomerados, dado que se trata de un problema no supervisado en el que el investigador no cuenta con información sobre la clase a la que pertenecen los datos de entrenamiento. En la literatura se pueden encontrar varias alternativas para tratar de solventar este problema.

En este trabajo se proponen dos formas para solucionar el problema de etiquetamiento de la información socioeconómica de los estados. Enseguida se presenta la primera opción, basada en un criterio que engloba a todos los indicadores por cada municipio, tomando en cuenta el sentido de cada variable.

### 3.3.3.1. PROPUESTA 1.- POR LA SUMA DE LOS INDICADORES

Esta primera opción sirve para identificar el nivel socioeconómico de un área con base en el valor que resulte de sumar el total de los indicadores por cada municipio; se considerará que cuanto mayor sea este valor, el municipio quedará clasificado en un estrato socioeconómico más alto.

En la situación mostrada a continuación, donde se redujo el número de indicadores a efecto de mostrar la tendencia general en éstos, puede identificarse rápidamente si la situación socioeconómica de un municipio es favorable o no (debe tenerse presente que a mayor valor en los porcentajes, mejor situación socioeconómica se tendrá).

TABLA 3.10 EJEMPLO DE INDICADORES POR MUNICIPIO

	INDO1	INDO2	INDO3	INDO4	INDO5	SUMA
Municipio 1	99.10	99.94	99.44	99.69	98.07	496.26
Municipio 2	34.44	34.14	0.83	1.91	0.75	72.06
Municipio 3	31.00	30.73	0.74	1.72	0.67	64.86
Municipio 4	97.37	99.83	98.88	98.12	98.30	492.49

La primera percepción sería que los municipios 1 y 4 tienen un buen nivel, y que los municipios 2 y 3 tienen uno inferior. En el caso del municipio 1 la suma es de 496.26, en caso del 4 es de 492.49, y dado que los valores de todos los indicadores mostrados aumentan conforme lo hace el nivel de socioeconómico que representan (tienen un sentido positivo), entonces puede concluirse que el nivel del municipio uno es mejor que el dos (la suma total por municipio en el caso hipotético de cubrir completamente todas las características descritas por los indicadores sería de 500, el municipio 1 tiene por lo tanto una diferencia menor hacia esta puntuación que el 2, teniendo por tanto una mejor situación socioeconómica bajo este supuesto).

Con base en este razonamiento, este primer etiquetamiento está basado en la suma del sentido positivo de los valores de todas las variables que integran cada uno de los vectores (municipios), por lo que se considera que la suma con mayor valor de todo el conjunto de observaciones corresponde al estrato socioeconómico más alto, y progresivamente conforme vaya disminuyendo la suma de indicadores se identificarán los ejemplos que puedan representar cada uno de los estratos hasta llegar al 1, que es el más bajo.

Para determinar el conjunto de vectores que representarán a cada uno de los estratos, se utilizan los indicadores no redundantes de cada una de las regiones de las que se planea hacer una nueva clasificación<sup>53</sup>.

La formación del grupo de vectores que llevará a cabo el etiquetamiento de la información en esta primera propuesta, será diferente para cada una de las 3 regiones y solamente se tomarán en cuenta los indicadores que no mostraron una alta correlación (ver la tabla A). Esto quiere decir que en cada una de las áreas, los vectores que etiquetarán la información pueden ser en algunos casos diferentes, aunque como se verá más adelante gran parte de los municipios coinciden en ser incluidos entre los más pobres o ricos independientemente de qué indicadores fueron tomados en cuenta.

<sup>53</sup> Ver nota 2.

Se requiere entonces ordenar la suma de los indicadores contemplados por cada municipio, ya sea de manera creciente o decreciente, para obtener el grupo de vectores de etiquetamiento. Bajo estas condiciones se utilizarán 8 ejemplos para representar a cada uno de los estratos (8 vectores).

La clasificación de los datos volverá a hacerse en 7 estratos, por lo que se tendrá por cada uno de ellos 8 vectores que ejemplifiquen el comportamiento de los indicadores dentro de cada una de las clases.

Con relación al sentido de las variables socioeconómicas, antes de comenzar con la explicación de la formación de los vectores de etiquetamiento, debe notarse que el sentido de la variable 25 (porcentaje de población ocupada que son trabajadores familiares sin pago) es negativo, es decir, a mayor valor, peor situación, por lo que para tomar el valor positivo de la variable, se restará ésta del valor máximo que puede tomar que es 100.

El proceso de formación de los vectores de etiquetamiento es el siguiente:

1. Se calcula la matriz de correlación de cada una de las áreas a clasificar (Oaxaca, Hidalgo y nivel nacional). Se eliminan las variables redundantes en cada una de ellas.
2. Se determinan las variables útiles (no redundantes) para cada región.
3. Se calcula la suma por municipio de todas las variables útiles a nivel nacional (el opuesto en el indicador 25) para cada estado o región a considerar (para cada área este procedimiento debe volver a realizarse, ya que la suma depende de las variables consideradas).
4. Esta serie se ordena, si es de manera creciente se toman entonces los primeros 8 vectores para representar la etiqueta del estrato 1, los últimos 8 serán la del estrato más alto por tener la suma más alta; el estrato 7. En caso de que el orden sea decreciente, se invierten el valor de las etiquetas para los vectores considerados.
5. Se calculan los representantes de las clases restantes con base en la segmentación del recorrido de la serie en partes iguales.
6. Una vez determinados los vectores para cada clase, se aplica el algoritmo de etiquetamiento utilizando los pesos sinápticos obtenidos en cada caso (ver sección 1.3.4.4). Con los pesos ya etiquetados, es posible clasificar la información de entrada (municipios), con lo que se concluye la clasificación con una red de Kohonen.

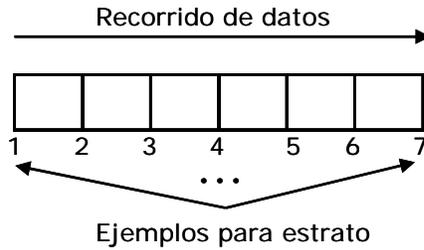
A continuación se explica más detalladamente el paso 5 para poder encontrar los vectores para las clases que no están ubicadas en los extremos.

Primeramente, se divide la suma total de la serie ordenada<sup>54</sup> entre la cantidad de estratos a clasificar menos 1, en este caso entre 6, dado que los valores extremos de la serie constituyen en sí la primera clase. A esta cantidad se le llamará *suma de segmento*, y es casi la misma para cada uno de ellos. Esto puede ser explicado de la siguiente manera:

---

<sup>54</sup> Para cada área se consideran la suma de sus variables en el total de municipios del país, por ser éste el universo total de observaciones registradas.

FIGURA 3.3 ETIQUETAS PARA CADA ESTRATO



Como ya se dijo, se tomará en cuenta la suma de todos los indicadores útiles por cada municipio, pero al mismo tiempo el total que se vaya acumulando de las sumas, de tal manera que cuando éste total haya pasado de una cierta cantidad, se irán marcando los vectores que representen a cada estrato.

Primeramente, debe calcularse la suma de los  $j$  indicadores para cada municipio  $i$ , lo que constituye la serie de observaciones:

$$\sum_j ind_j \quad \forall \quad i \dots 3.5$$

y ordenar esta serie de manera creciente (o decreciente, como se ha indicado).

Posteriormente, se calcula la suma de la suma de indicadores para los  $i$  municipios,

$$Sum_{tot} = \sum_{i=1}^{2442} \sum_{j=1}^{27} ind_{ij} \dots 3.6$$

Dado que el conjunto de ejemplos del estrato menor se obtendrán a partir de la cota inferior del recorrido de 3.5, habiendo  $N$  estratos, entonces restarían  $N - 1$  divisiones que hacer para encontrar los representantes de los otros 6 estratos. Por este motivo, para encontrar el vector que representa el cambio de un estrato a otro, se calcula  $Sum_{tot} / (N - 1)$ , donde  $N$  es el número de clases, en este caso 7.

Se inicia entonces la suma del recorrido de 3.5 (empezando por el valor más bajo) y una vez que se alcanza el valor que se aproxime lo más posible a lo que resulta de  $Sum_{tot} / 6$ , el vector más cercano a esta suma se marcará como ejemplo para etiquetar el siguiente estrato. En el siguiente vector a éste que se ha marcado, se reinicia la suma del recorrido de 3.5, repitiendo el mismo proceso para encontrar el vector que etiquete al siguiente estrato. De manera consecutiva se hará este procedimiento hasta encontrar el total de los vectores.

Para formar un conjunto de ejemplos para cada estrato se tomarán además del vector que marca el inicio de un segmento, otros 7 vectores para tener 8 ejemplos para cada clase. Pueden tomarse los 3 vectores anteriores y 4 posteriores al vector marcado inicialmente.

En el siguiente esquema está indicada la primera suma que se realiza por municipio  $Sum_i$ , y  $\sum_i Sum_i$  indica el total acumulado, que representará al llegar a su valor final el

acumulado de los puntos de todos los indicadores de los municipios del país ( $var_{ij}$  es la variable  $j$  correspondiente al municipio  $i$ ).

TABLA 3.1 1 PROPUESTA DE ETIQUETAMIENTO

	IND01	...	INDj	$Sum_i$	$\sum_i Sum_i$
Municipio1	$var_{11}$	...	$var_{1,27}$	$Sum_1 = \sum_j var_{1j}$	$\sum_{i=1}^1 Sum_i$
Municipio2	$var_{21}$	...	$var_{2,27}$	$Sum_2 = \sum_j var_{2j}$	$\sum_{i=1}^2 Sum_i$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Municipio i		$var_{ij}$		$Sum_i = \sum_j var_{ij}$	$\sum_i Sum_i$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Municipio2442	$var_{2442,1}$	...	$var_{2442,27}$	$Sum_{2442} = \sum_j var_{2442,j}$	$\sum_{i=1}^{2442} sum_i$

La razón de tomar esta opción de etiquetamiento fue que la suma por municipio de los valores de todos los indicadores permite apreciar hasta qué nivel se han cubierto las necesidades de la población. Calculándose esta suma por cada municipio, el orden de la tabla (por la suma de indicadores) coincide en gran parte con la clasificación que hizo el INEGI.

Como consecuencia de analizar cada área por separado, y dado que en cada caso son distintas las variables utilizadas en la suma de indicadores, habrá un conjunto distinto de vectores de etiquetamiento para cada estado y para el país.

La idea principal de esta forma de etiquetar consiste en extraer una muestra de vectores reales, existentes entre los que el INEGI publicó, con información real del último censo para distintos municipios del país. Lo que se busca al etiquetar con esta información es atraer a los pesos sinápticos, y con ellos a los vectores por ellos representados, a los distintos niveles socioeconómicos que pueden encontrarse en los municipios de México.

Se eligieron 8 ejemplos por estrato para etiquetar, porque a pesar de que cada uno de los conjuntos de vectores elegidos por estrato representa a un mismo nivel, el valor de cada uno de los indicadores en el mismo llega a fluctuar considerablemente en algunas ocasiones, alejándose del promedio por indicador para cada variable. Por este motivo, se consideró que 8 vectores pueden representar de una manera más completa el comportamiento real del conjunto de indicadores por cada municipio del país. También debe señalarse que con esta propuesta se asume que se conoce a priori el número de clases en las cuales serán clasificados los datos.

Una vez concluida la explicación de esta propuesta de etiquetamiento, se plantea a continuación una segunda opción para contar con una interpretación alterna de los pesos sinápticos obtenidos en la sección 3.3.1 (tabla 3.9). Posterior a la explicación de la

siguiente propuesta se aplicarán ambas opciones a los pesos y se verán las diferencias entre ambas en la clasificación final.

### 3.3.3.2. PROPUESTA 2.- FORMACIÓN DE 7 CENTROIDES

En la primera propuesta se encontró un conjunto de 8 vectores para representar cada estrato, cada uno de los cuales, representando la misma clase, mostraba variaciones para un mismo indicador. En esta segunda propuesta se plantea la utilización de un solo ejemplo o vector para etiquetar cada estrato.

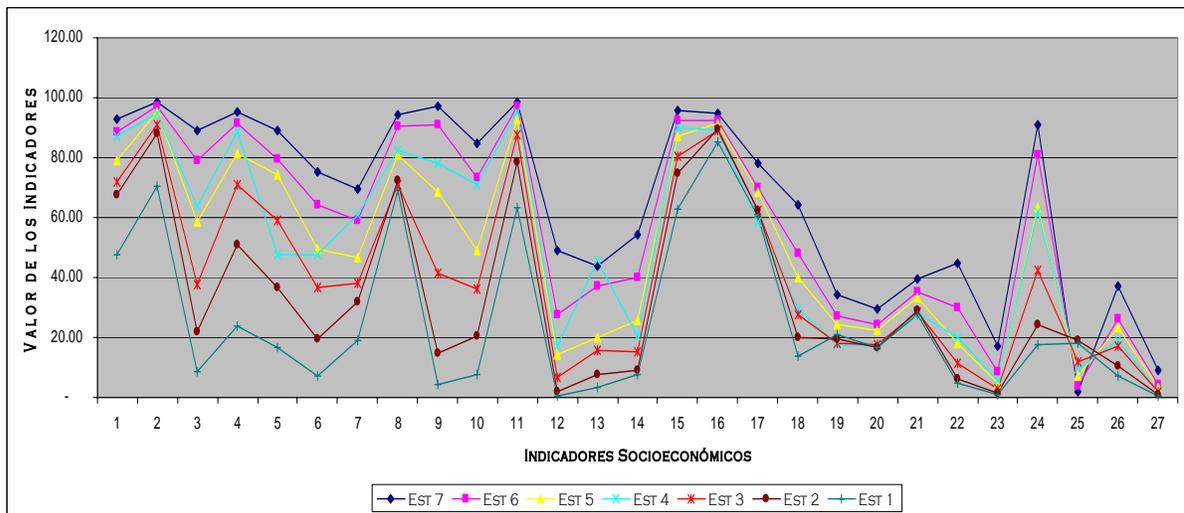
El objetivo de esta propuesta es encontrar un vector que sirva como prototipo para cada estrato, por lo que se tendrá solamente un ejemplo de etiquetamiento para cada clase.

La información publicada por INEGI donde clasifica a los 2442 municipios del país en 7 estratos o clases, puede ser analizada para conocer cómo son los centroides resultantes o vectores promedio de este estudio para cada estrato.

De esta información, inicialmente se agrupan por estrato al total de municipios, posteriormente se obtiene el promedio observado en cada uno de los estratos para cada uno de los indicadores, obteniéndose así para cada clase el centroide o vector promedio, el cual puede ser considerado como el representante de cada estrato de la información de INEGI a nivel municipal.

Para comprender de manera rápida la ubicación de cada uno de los centroides del INEGI, éstos se pueden graficar para observar su comportamiento, el cual se muestra en la siguiente figura. En ella se muestra el promedio real por estrato de la información socioeconómica de todos los municipios del país.

FIGURA 3.4 CENTROIDES POR ESTRATO INEGI (NIVEL MUNICIPAL 2000)



Cada uno de los centroides mostrados en la gráfica representan un estrato socioeconómico distinto; ubicado en la parte más baja está el estrato 1 y en el área superior la clase más alta que es la 7.

A pesar de mantener estos vectores un orden en cuanto a su ubicación en la gráfica consecuente con el número que representan, pueden notarse ciertos cruces que no se esperaba que se dieran, pues estas líneas fueron construidas empleando la clasificación obtenida por la metodología de INEGI. Por ejemplo para el indicador 5 la línea correspondiente al estrato 4 está debajo de la del estrato 3, debiendo más bien estar arriba de él, posteriormente en el indicador 7 está ubicado debajo del estrato 7 (como si representara un nivel 6), y en el indicador 13 es el más alto de todos. De igual forma analizándose la gráfica pueden encontrarse más de este tipo de comportamientos en algunas otras componentes de otros vectores.

Podría justificarse en cierta forma lo anteriormente descrito debido a que los estratos medios (3 al 5) por no estar ubicados en los extremos de la información, hacen más difícil su clasificación.

De cualquier forma, se tiene la necesidad de encontrar 7 vectores cuyas componentes no tengan cruces con las de otros niveles, y que sean éstas las que entonces atraigan a toda la información socioeconómica para darle una interpretación ubicarla en un estrato. Además de esto, se busca lograr que la *j*-ésima componente para cualquier vector esté proporcionalmente alejada de las demás, dependiendo de la cantidad de información socioeconómica disponible.

Surge entonces esta segunda propuesta para etiquetar la información proveniente de buscar una alternativa a los vectores recién expuestos, y como resultado del análisis del recorrido que realiza cada uno de los indicadores socioeconómicos a nivel municipal, esto en relación con el número de estratos en que se busca dividir a la población.

Para llevar a cabo el estudio concerniente a la obtención de los vectores prototipo, se trabaja en cada paso en sólo uno de los indicadores socioeconómicos, para posteriormente tomar en cuenta otra variable, y así completar el mismo proceso para los 27 indicadores. De acuerdo a lo recién comentado, la explicación que sigue para la formación de los vectores prototipo se hará para un solo indicador socioeconómico, una vez obtenido el promedio para cada estrato de este indicador, se procederá a repetir el procedimiento para todas las demás variables socioeconómicas.

Los pasos para conseguir los 7 puntos promedios por cada indicador socioeconómico, son los siguientes:

1. Se ordenan todas las observaciones que muestra el indicador a ser considerado para los 2442 municipios, ya sea de manera creciente o decreciente.
2. Se calcula la suma de todas las observaciones en este indicador y se divide esta cantidad entre el número total de clases en las que se han de clasificar los datos (municipios), en este caso, se dividirán entre 7.

Ya que se tiene una matriz con los municipios por cada renglón (*i*) e indicadores socioeconómicos en las columnas (*j*), se obtiene entonces la siguiente expresión para el indicador *j*:

$$\text{Suma indicador } j = \sum_{i=1}^{2442} ind_{ij} / 7 \quad . . . 3.7$$

la cual ha de calcularse para cada uno de los indicadores restantes.

- Una vez obtenida la cantidad que determina la expresión 3.7, comenzando en la primera observación del indicador  $j$  se calcula la suma del recorrido ordenado de las observaciones hasta alcanzar la cantidad más cercana a 3.7. Este último valor considerado constituirá el final del primer segmento de observaciones, en este punto se reinicia la operación indicada al principio de este numeral; es decir, vuelve a calcularse la suma del recorrido ordenado a partir de la siguiente observación donde se marcó el fin del primer segmento.

De esta manera, habiendo 7 clases, se conseguirán entonces 7 series ordenadas de observaciones correspondientes al indicador  $j$ , cada una de las cuales sumará aproximadamente la misma cantidad pero el número de observaciones será en cada caso distinto, ya que para conseguir la misma cantidad cuando las observaciones son pequeñas, se requieren más de ellas para alcanzar dicho valor, y por otro lado, en el segmento correspondiente a las observaciones más altas del indicador  $j$ , se requerirán menos.

- Sea  $l$  la cantidad de segmentos  $s$  que se tienen, donde la suma de la cardinalidad de cada uno de ellos constituye el total de de municipios en el país. Esto es:

$$\sum_{l=1}^7 |s_l| = |s_1| + |s_2| + |s_3| + |s_4| + |s_5| + |s_6| + |s_7| = i = 2442$$

$|s_i|$ : cardinalidad o número de elementos en el segmento  $s_i$ .

- Se calcula entonces el promedio para cada uno de los segmentos.

Ya se había comentado que la suma de todas las observaciones será casi la misma para los  $l$  segmentos, no así el número de observaciones de cada uno, esto es precisamente lo que hará que el promedio de cada segmento varíe y sea así representativo de la información contenida en cada uno.

Si la información fue ordenada de manera creciente, entonces el promedio del primer segmento representa al estrato menor (estrato 1), el promedio del segundo será el del estrato 2, y así consecutivamente, hasta llegar al último promedio que será el de la clase más alta que es del estrato 7. Lo contrario sucede cuando el ordenamiento se efectúa de manera decreciente.

De esta manera, se ha obtenido la primera componente para cada uno de los 7 vectores representantes que servirán para etiquetar la información. Debe realizarse entonces el mismo procedimiento para obtener la segunda componente, y así continuar hasta tener los 27 componentes para cada uno de los vectores. Teniendo ya esta información, pueden usarse estos 7 vectores como etiquetas para los pesos sinápticos obtenidos.

Debido a que en cada estado o región la correlación entre las variables socioeconómicas es distinta, y por lo tanto las variables a ser consideradas también, es conveniente tener el vector de etiquetas con sus 27 componentes, y para usarlo en cada estado sólo deben retirarse de él las componentes correspondientes a los indicadores redundantes.

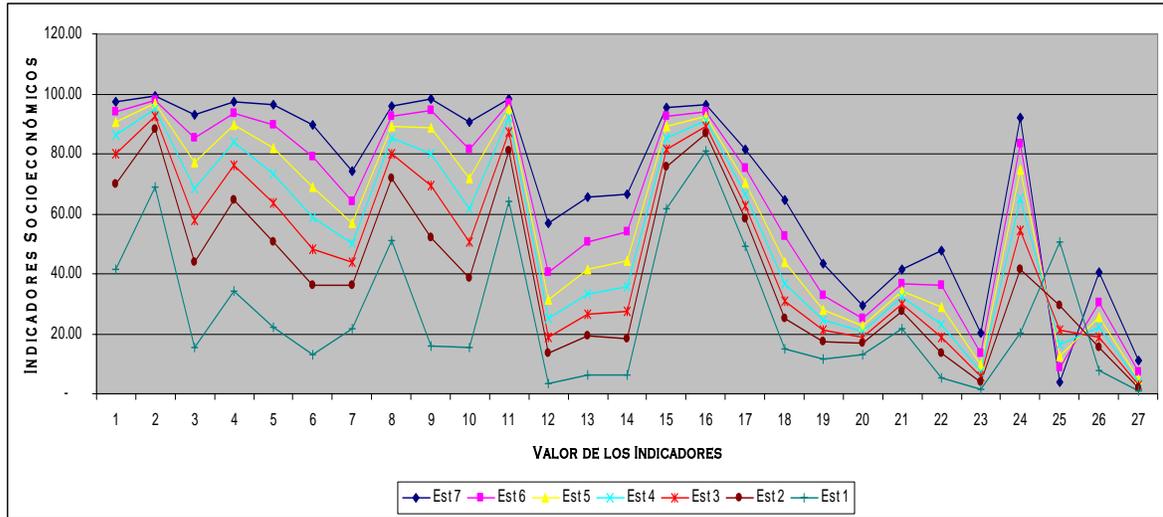
Esta es pues, la segunda propuesta para interpretar los pesos sinápticos, basada en la obtención de tantos puntos medios por indicador como número de clases en las que se va a dividir a los municipios estudiados. Los 7 vectores se muestran a continuación:

TABLA 3.12 2ª PROPUESTA DE ETIQUETAMIENTO

	IND01	IND02	IND03	IND04	IND05	IND06	IND07	IND08	IND09	IND10	IND11	IND12	IND13	IND14	IND15	IND16	IND17	IND18	IND19	IND20	IND21	IND22	IND23	IND24	IND25	IND26	IND27
ESTRATO 1	41.4	68.9	15.7	34.0	22.1	12.9	21.8	51.1	15.8	15.7	64.3	3.2	6.4	6.3	61.8	81.0	49.0	15.1	11.8	12.9	21.5	5.5	1.4	20.4	50.4	7.8	0.8
ESTRATO 2	69.8	88.0	44.0	64.4	50.5	35.9	36.2	72.0	51.9	38.6	80.9	13.3	19.3	18.3	75.9	86.8	58.2	25.1	17.5	16.9	27.5	13.3	4.0	41.6	29.6	15.3	1.9
ESTRATO 3	79.9	92.7	57.8	76.0	63.5	48.3	43.7	80.1	69.2	50.8	87.4	18.9	26.7	27.3	81.5	89.3	62.7	30.8	21.1	18.9	30.1	18.7	5.6	54.6	21.3	18.9	2.7
ESTRATO 4	86.3	95.2	68.6	83.9	73.3	58.6	50.3	85.4	79.9	61.9	91.9	25.0	33.3	35.7	85.5	91.0	66.6	36.9	24.6	20.6	32.2	23.4	7.3	65.2	16.5	22.1	3.7
ESTRATO 5	90.6	96.8	77.1	89.5	82.1	69.0	56.7	89.1	88.6	72.0	94.9	31.4	41.3	44.2	89.2	92.5	70.6	43.8	28.2	22.6	34.4	28.7	9.6	74.5	12.5	25.5	4.9
ESTRATO 6	93.9	98.0	85.3	93.5	89.8	78.8	63.9	92.4	94.3	81.3	96.9	40.4	50.6	54.0	92.5	94.1	75.2	52.5	32.7	25.2	36.7	36.2	13.7	83.2	8.8	30.4	7.1
ESTRATO 7	97.2	99.1	93.2	97.3	96.3	89.8	74.1	95.9	98.4	90.6	98.6	57.1	65.4	66.4	95.7	96.2	81.6	64.8	43.2	29.2	41.4	47.9	20.4	91.9	3.8	40.6	11.2

Ahora puede observarse gráficamente estos 7 vectores promedio para conocer el comportamiento de cada estrato así como el de la misma componente en cada uno de los diferentes vectores. La gráfica de estos 7 centroides se muestra a continuación.

FIGURA 3.5 GRÁFICA DE LOS 7 CENTROIDES PROPUESTOS PARA ETIQUETAMIENTO



En esta segunda gráfica puede observarse que se alcanza el objetivo buscado; principalmente que no hay cruces entre estratos, y las componentes de cada uno de ellos están proporcionalmente distribuidas a lo largo de las observaciones encontradas para cada uno de los indicadores, lo que lleva a un espaciamiento óptimo entre las mismas.

Referente a los cruces entre las distintas clases, tanto en esta figura como en la 3.4 el indicador 25 (cuyo sentido ya fue explicado que es negativo) las componentes ocupan el otro extremo, es decir, el valor menor se va al estrato 7, el que le sigue al 6 y así sucesivamente, por esto puede verse una inversión de las líneas en este punto. Ya en el indicador 26, las componentes vuelven a ubicarse en su estrato correspondiente al valor obtenido (a menor valor menor estrato).

Estos 7 vectores pueden ahora ser utilizados como etiquetas para los pesos sinápticos, los cuales representan a las observaciones encontradas en los distintos municipios que se estudian dependiendo del estado o región en cuestión. Falta ver el resultado final de agrupar a los municipios utilizando estos vectores y determinar si los centroides de éstos con esta nueva clasificación tienen un mejor comportamiento gráfico que el mostrado en la figura 3.4 o menor "dispersión", término que se explicará más adelante al validar las nuevas clasificaciones.

Expuestas las dos formas con las que se llevará a cabo el etiquetamiento, en la siguiente sección se explica la forma de aplicar éstas a los pesos sinápticos obtenidos anteriormente.

### 3.3.4. ETIQUETAMIENTO DE LAS NEURONAS

Ya definidas las dos propuestas para llevar a cabo el etiquetamiento para los 7 estratos, se encontrará ahora a qué clase corresponde cada uno de los pesos obtenidos del proceso de entrenamiento con las dos opciones.

Como se vio en el capítulo 1 hay que realizar una matriz de etiquetamiento, la cual acumula la inversa de las sumas de las distancias de cada una de las neuronas a los ejemplos propuestos para cada estrato (ver 1.2.5.4).

Para formar dicha matriz de  $N \times M$  dimensiones, donde  $N$  es el número de clases (7) y  $M$  es el número de neuronas en el mapa (36), se inicializan sus elementos en 0. La dimensión de esta matriz será entonces de  $7 \times 36$ .

Los pasos para etiquetar los pesos son los siguientes:

1. Se presenta el objeto  $o_i$  de la clase  $c(i)$  a la red y se calcula la distancia  $\|o_i - w_j\|$  de este objeto a cada una de las neuronas o pesos.

Dado que en la propuesta 1 se tienen 8 ejemplos para cada estrato, para cada uno de éstos debe obtenerse la distancia a cada peso sináptico. Utilizando la propuesta 2 sólo se toman distancias al único representante por estrato para cada peso.

2. Se lleva a cabo la conformación de los elementos de la matriz;

$$\text{sea } P_{c(i),j} = P_{c(i),j} + \frac{1}{\|o_i - w_j\|} \quad \forall j.$$

es decir se obtienen las inversas para cada una de las distancias y se suman los datos obtenidos por cada clase. Los cálculos para cada opción de etiquetamiento están en las siguientes dos tablas (3.13 y 3.14), donde se obtiene la etiqueta para cada peso de acuerdo al último paso del algoritmo de agrupamiento:

$$3. \quad l_m = \max_{n=1 \dots N} \{P_{n,m}\} \text{ para } m = 1, \dots, M.$$

Finalmente, con esta última información puede formarse un mapa de Kohonen por cada propuesta de etiquetamiento para el estado de Oaxaca, clasificándose así cada una de las neuronas.

TABLA 3.13 (A) MATRIZ DE ETIQUETAMIENTO OAXACA (PROPUESTA 1)

NEURONA	CLASE							MAX	LABEL
	1	2	3	4	5	6	7		
1-1	0.067	0.124	0.094	0.070	0.059	0.048	0.037	0.124	2
1-2	0.090	0.097	0.072	0.056	0.047	0.040	0.032	0.097	2
1-3	0.094	0.103	0.070	0.054	0.046	0.040	0.031	0.103	2
1-4	0.098	0.088	0.063	0.049	0.043	0.038	0.030	0.098	1
1-5	0.110	0.081	0.059	0.047	0.041	0.036	0.029	0.110	1
1-6	0.137	0.084	0.061	0.049	0.042	0.037	0.029	0.137	1
2-1	0.062	0.130	0.114	0.084	0.068	0.055	0.040	0.130	2
2-2	0.067	0.109	0.085	0.066	0.056	0.047	0.036	0.109	2
2-3	0.073	0.146	0.093	0.068	0.056	0.047	0.035	0.146	2
2-4	0.077	0.111	0.076	0.057	0.049	0.042	0.033	0.111	2
2-5	0.101	0.100	0.070	0.054	0.046	0.040	0.031	0.101	1
2-6	0.090	0.104	0.074	0.057	0.047	0.041	0.032	0.104	2
3-1	0.053	0.119	0.145	0.111	0.086	0.067	0.046	0.145	3
3-2	0.059	0.130	0.124	0.093	0.071	0.058	0.041	0.130	2
3-3	0.062	0.159	0.122	0.083	0.066	0.053	0.039	0.159	2
3-4	0.073	0.153	0.096	0.068	0.056	0.047	0.035	0.153	2
3-5	0.080	0.120	0.078	0.059	0.049	0.042	0.032	0.120	2
3-6	0.081	0.099	0.069	0.053	0.046	0.039	0.031	0.099	2
4-1	0.047	0.096	0.124	0.122	0.105	0.081	0.052	0.124	3
4-2	0.047	0.107	0.142	0.134	0.101	0.077	0.050	0.142	3
4-3	0.053	0.129	0.115	0.084	0.067	0.054	0.040	0.129	2
4-4	0.066	0.154	0.109	0.077	0.061	0.050	0.037	0.154	2
4-5	0.062	0.134	0.101	0.072	0.059	0.049	0.037	0.134	2
4-6	0.069	0.113	0.079	0.063	0.050	0.043	0.033	0.113	2
5-1	0.039	0.068	0.097	0.133	0.155	0.124	0.068	0.155	5
5-2	0.042	0.082	0.117	0.165	0.131	0.097	0.060	0.165	4
5-3	0.046	0.105	0.130	0.102	0.081	0.064	0.045	0.130	3
5-4	0.056	0.138	0.134	0.097	0.074	0.059	0.042	0.138	2
5-5	0.058	0.134	0.095	0.072	0.060	0.051	0.037	0.134	2
5-6	0.068	0.118	0.080	0.060	0.051	0.044	0.034	0.118	2
6-1	0.033	0.051	0.069	0.096	0.140	0.196	0.119	0.196	6
6-2	0.042	0.078	0.125	0.187	0.141	0.104	0.062	0.187	4
6-3	0.047	0.093	0.118	0.166	0.131	0.082	0.047	0.118	3
6-4	0.049	0.103	0.114	0.099	0.080	0.065	0.045	0.114	3
6-5	0.060	0.125	0.105	0.079	0.063	0.053	0.038	0.125	2
6-6	0.055	0.091	0.081	0.068	0.057	0.049	0.038	0.091	2

(B) MAPA AUTOORGANIZADO DE LOS INDICADORES SOCIOECONÓMICOS DE OAXACA (PROPUESTA 1)

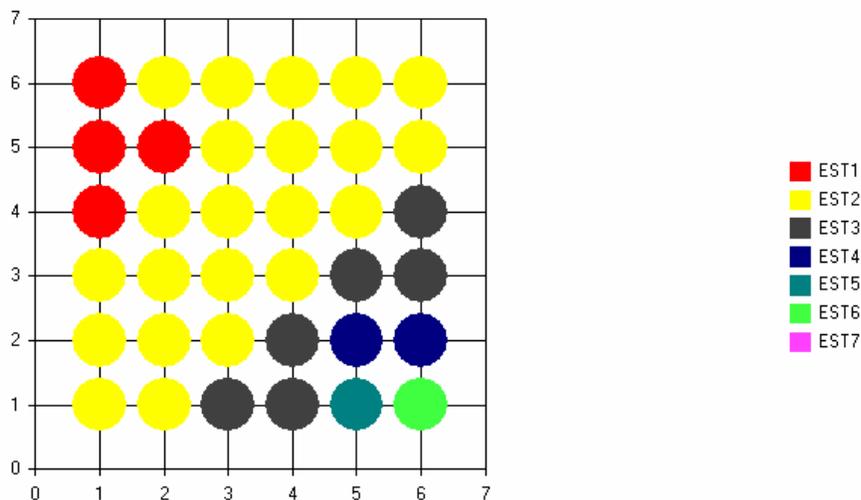
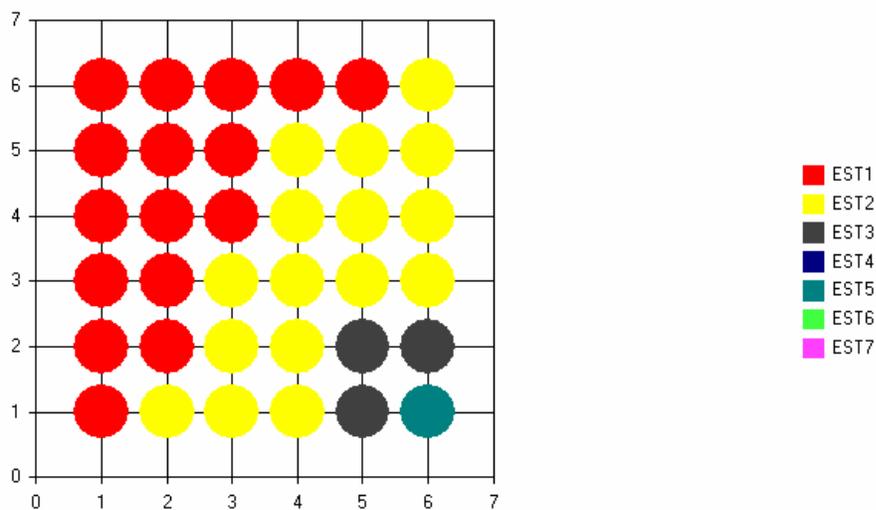


TABLA 3.14 (A) MATRIZ DE ETIQUETAMIENTO OAXACA (PROPUESTA 2)

NEURONA	CLASE							MAX	LABEL
	1	2	3	4	5	6	7		
1-1	0.005	0.006	0.006	0.007	0.009	0.013	0.015	0.015	1
1-2	0.004	0.005	0.005	0.006	0.007	0.010	0.018	0.018	1
1-3	0.004	0.005	0.005	0.006	0.007	0.010	0.022	0.022	1
1-4	0.004	0.004	0.005	0.005	0.006	0.008	0.014	0.014	1
1-5	0.004	0.004	0.005	0.005	0.006	0.008	0.016	0.016	1
1-6	0.004	0.004	0.005	0.005	0.006	0.008	0.018	0.018	1
2-1	0.005	0.006	0.007	0.009	0.011	0.017	0.013	0.017	2
2-2	0.005	0.005	0.006	0.007	0.009	0.012	0.013	0.013	1
2-3	0.005	0.005	0.006	0.007	0.009	0.013	0.018	0.018	1
2-4	0.004	0.005	0.005	0.006	0.008	0.010	0.016	0.016	1
2-5	0.004	0.005	0.005	0.006	0.007	0.009	0.016	0.016	1
2-6	0.004	0.005	0.005	0.006	0.007	0.010	0.016	0.016	1
3-1	0.006	0.007	0.009	0.011	0.016	0.025	0.011	0.025	2
3-2	0.005	0.006	0.008	0.009	0.013	0.020	0.013	0.020	2
3-3	0.005	0.006	0.007	0.008	0.011	0.017	0.014	0.017	2
3-4	0.005	0.005	0.006	0.007	0.009	0.013	0.016	0.016	1
3-5	0.004	0.005	0.005	0.006	0.008	0.011	0.017	0.017	1
3-6	0.004	0.004	0.005	0.006	0.007	0.009	0.013	0.013	1
4-1	0.007	0.009	0.011	0.014	0.021	0.023	0.009	0.023	2
4-2	0.007	0.008	0.010	0.014	0.021	0.025	0.009	0.025	2
4-3	0.005	0.006	0.007	0.009	0.011	0.016	0.011	0.016	2
4-4	0.005	0.006	0.007	0.008	0.010	0.015	0.014	0.015	2
4-5	0.005	0.005	0.006	0.007	0.009	0.013	0.012	0.013	2
4-6	0.004	0.005	0.005	0.006	0.008	0.010	0.013	0.013	1
5-1	0.009	0.012	0.017	0.023	0.024	0.015	0.007	0.024	3
5-2	0.008	0.010	0.014	0.020	0.028	0.020	0.007	0.028	3
5-3	0.006	0.007	0.009	0.011	0.014	0.017	0.009	0.017	2
5-4	0.005	0.006	0.008	0.010	0.013	0.020	0.011	0.020	2
5-5	0.005	0.006	0.006	0.008	0.010	0.014	0.012	0.014	2
5-6	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.011	0.015	0.015	1
6-1	0.016	0.027	0.034	0.024	0.015	0.009	0.005	0.034	5
6-2	0.008	0.011	0.015	0.022	0.030	0.019	0.007	0.030	3
6-3	0.006	0.007	0.009	0.011	0.014	0.015	0.008	0.015	2
6-4	0.006	0.007	0.008	0.011	0.014	0.017	0.009	0.017	2
6-5	0.005	0.006	0.007	0.008	0.010	0.015	0.012	0.015	2
6-6	0.005	0.006	0.006	0.007	0.009	0.011	0.009	0.011	2

(B) MAPA AUTOORGANIZADO DE LOS INDICADORES SOCIOECONÓMICOS DE OAXACA (PROPUESTA 2)



En los dos mapas puede apreciarse cómo las neuronas pertenecientes al mismo estrato permanecen juntas. De esta manera, la neurona con el menor estrato reportado por la clasificación, generalmente está ubicada en el lado opuesto a la que tenga el máximo estrato que las observaciones hayan alcanzado.

Como resultado de haber aplicado distintas etiquetas en cada clasificación, los resultados fueron diferentes. La mayoría de los pesos pertenecen al estrato 1 y 2 (nivel socioeconómico más bajo), alcanzándose con la propuesta 1 el estrato 6, y con la propuesta 2 el 5. En contraste, en la clasificación del INEGI se alcanzó el estrato 7, incluso en varios municipios (entre los municipios en ese nivel está la capital).

Hasta ahora la clasificación ha sido solamente de los pesos sinápticos, falta realizar la de todos los municipios del estado de Oaxaca. Para esto, debe calcularse la distancia euclídeana de cada uno de los pesos (tabla 3.9) a los municipios del estado, para asignarle a cada uno de ellos la etiqueta del peso que se encuentre más cercano.

La clasificación para cada municipio del estado de Oaxaca se muestra al final del trabajo (tabla M), en donde pueden observarse las diferencias entre ambas propuestas, así como también con respecto a los resultados del INEGI). Para el estado de Hidalgo, así como para el total de los municipios del país, igualmente se realizaron las dos opciones de clasificación. La información referente a estas dos áreas está en dichos anexos<sup>55</sup>.

Enseguida se muestran los mapas formados y las matrices de etiquetamiento del estado de Hidalgo y del total de los municipios del país usando ambas propuestas de clasificación<sup>56</sup>. Tanto los pesos finales obtenidos, las etiquetas utilizadas en cada propuesta así como la clasificación final por municipio de cada área en específico puede ser vista en la parte final del trabajo.

---

<sup>55</sup> En éstos se encuentran las columnas ENT y MUN. La abreviatura ENT equivale al número de la entidad (de acuerdo a la tabla 2.2) y MUN al número de municipio asignado por el INEGI.

<sup>56</sup> En este trabajo, se utilizaron mapas con distinto tamaño para cada propuesta de etiquetamiento en los estados de Hidalgo y del total de los municipios, para conocer el comportamiento de las redes de Kohonen ante las variaciones en el número de neuronas. Conclusiones a este respecto se mencionan en el análisis final del trabajo.

TABLA 3.15 (A) MATRIZ DE ETIQUETAMIENTO HIDALGO (PROPUESTA 1)

NEURONA	CLASE							MAX	LABEL
	1	2	3	4	5	6	7		
1-1	0.0528	0.1017	0.1411	0.1476	0.2140	0.1298	0.0639	0.214	5
1-2	0.0583	0.1265	0.1603	0.1589	0.1852	0.1107	0.0594	0.185	5
1-3	0.0651	0.1476	0.1543	0.1283	0.1267	0.0874	0.0510	0.154	3
1-4	0.0904	0.1717	0.1187	0.0919	0.0853	0.0651	0.0429	0.172	2
1-5	0.0787	0.1596	0.1105	0.0908	0.0841	0.0647	0.0434	0.160	2
2-1	0.0472	0.0859	0.1119	0.1393	0.2601	0.1932	0.0791	0.260	5
2-2	0.0522	0.1026	0.1404	0.1567	0.2231	0.1326	0.0643	0.223	5
2-3	0.0610	0.1404	0.1506	0.1429	0.1401	0.0940	0.0533	0.151	3
2-4	0.0713	0.1648	0.1504	0.1223	0.1147	0.0803	0.0493	0.165	2
2-5	0.0716	0.1704	0.1484	0.1168	0.1053	0.0757	0.0477	0.170	2
3-1	0.0410	0.0669	0.0836	0.1058	0.1660	0.3011	0.0925	0.301	6
3-2	0.0441	0.0760	0.0978	0.1235	0.2146	0.2389	0.0872	0.239	6
3-3	0.0525	0.1050	0.1456	0.1715	0.2023	0.1293	0.0652	0.202	5
3-4	0.0580	0.1236	0.1756	0.1616	0.1548	0.1022	0.0571	0.176	3
3-5	0.0649	0.1377	0.1757	0.1413	0.1301	0.0910	0.0532	0.176	3
4-1	0.0391	0.0616	0.0759	0.0932	0.1414	0.2449	0.1135	0.245	6
4-2	0.0408	0.0666	0.0829	0.1035	0.1557	0.3301	0.0921	0.330	6
4-3	0.0463	0.0828	0.1080	0.1345	0.1897	0.1573	0.0719	0.190	5
4-4	0.0508	0.0966	0.1261	0.1519	0.1712	0.1268	0.0660	0.171	5
4-5	0.0554	0.1130	0.1468	0.1543	0.1426	0.1022	0.0585	0.154	4
5-1	0.0359	0.0533	0.0637	0.0750	0.1037	0.1448	0.1799	0.180	7
5-2	0.0407	0.0664	0.0822	0.1009	0.1486	0.2040	0.0996	0.204	6
5-3	0.0444	0.0778	0.0982	0.1248	0.1666	0.1638	0.0754	0.167	5
5-4	0.0480	0.0889	0.1173	0.1433	0.1573	0.1228	0.0658	0.157	5
5-5	0.0516	0.0956	0.1294	0.1395	0.1215	0.0947	0.0569	0.139	4

(B) MAPA AUTOORGANIZADO DE LOS INDICADORES SOCIOECONÓMICOS DE HIDALGO (PROPUESTA 1)

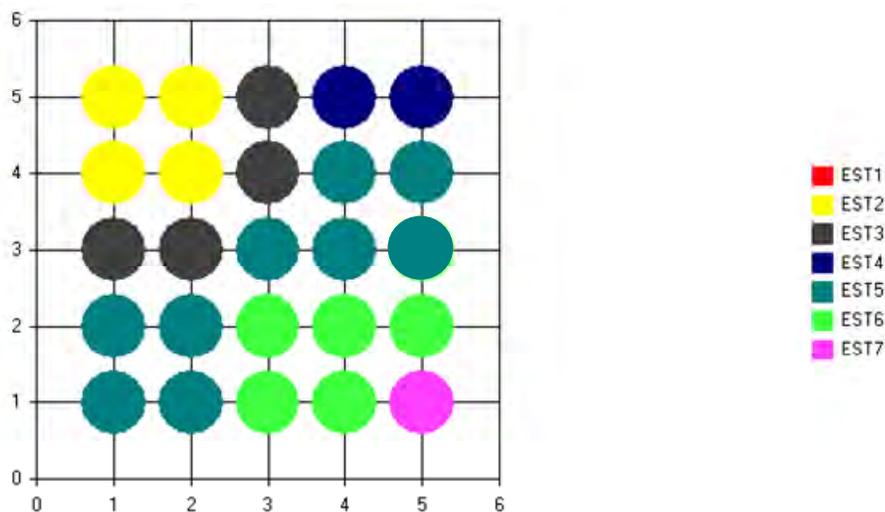


TABLA 3.16 (A) MATRIZ DE ETIQUETAMIENTO HIDALGO (PROPUESTA 2)

NEURONA	CLASE							MAX	LABEL
	1	2	3	4	5	6	7		
1-1	0.0058	0.0069	0.0081	0.0095	0.0119	0.0162	0.0160	0.016	2
1-2	0.0060	0.0071	0.0084	0.0101	0.0129	0.0182	0.0167	0.018	2
1-3	0.0062	0.0075	0.0089	0.0110	0.0144	0.0209	0.0152	0.021	2
1-4	0.0073	0.0093	0.0116	0.0151	0.0211	0.0259	0.0115	0.026	2
1-5	0.0083	0.0110	0.0146	0.0203	0.0291	0.0249	0.0098	0.029	3
1-6	0.0089	0.0121	0.0167	0.0251	0.0388	0.0258	0.0095	0.039	3
2-1	0.0064	0.0078	0.0094	0.0117	0.0158	0.0248	0.0158	0.025	2
2-2	0.0063	0.0077	0.0093	0.0114	0.0149	0.0209	0.0146	0.021	2
2-3	0.0072	0.0091	0.0114	0.0148	0.0212	0.0299	0.0129	0.030	2
2-4	0.0080	0.0102	0.0129	0.0168	0.0230	0.0246	0.0109	0.025	2
2-5	0.0093	0.0126	0.0174	0.0259	0.0389	0.0257	0.0096	0.039	3
2-6	0.0103	0.0138	0.0180	0.0231	0.0238	0.0170	0.0083	0.024	3
3-1	0.0069	0.0087	0.0107	0.0136	0.0189	0.0266	0.0130	0.027	2
3-2	0.0075	0.0095	0.0120	0.0156	0.0216	0.0251	0.0112	0.025	2
3-3	0.0086	0.0115	0.0153	0.0216	0.0337	0.0295	0.0105	0.034	3
3-4	0.0099	0.0140	0.0199	0.0305	0.0405	0.0231	0.0091	0.041	3
3-5	0.0127	0.0205	0.0353	0.0510	0.0299	0.0159	0.0076	0.051	4
3-6	0.0132	0.0215	0.0318	0.0303	0.0200	0.0126	0.0067	0.032	5
4-1	0.0078	0.0101	0.0128	0.0170	0.0241	0.0264	0.0109	0.026	2
4-2	0.0084	0.0110	0.0143	0.0190	0.0252	0.0226	0.0099	0.025	3
4-3	0.0096	0.0130	0.0169	0.0210	0.0225	0.0170	0.0085	0.023	3
4-4	0.0131	0.0213	0.0353	0.0421	0.0260	0.0148	0.0073	0.042	4
4-5	0.0155	0.0283	0.0441	0.0324	0.0196	0.0123	0.0067	0.044	5
4-6	0.0153	0.0270	0.0367	0.0271	0.0210	0.0154	0.0063	0.037	5
5-1	0.0083	0.0109	0.0139	0.0178	0.0224	0.0206	0.0097	0.022	3
5-2	0.0093	0.0126	0.0169	0.0229	0.0277	0.0202	0.0090	0.028	3
5-3	0.0103	0.0144	0.0192	0.0233	0.0222	0.0154	0.0078	0.023	4
5-4	0.0139	0.0225	0.0328	0.0305	0.0203	0.0129	0.0068	0.033	5
5-5	0.0148	0.0241	0.0303	0.0243	0.0167	0.0112	0.0063	0.030	5
5-6	0.0197	0.0401	0.0400	0.0236	0.0173	0.0113	0.0063	0.040	6
6-1	0.0081	0.0103	0.0127	0.0151	0.0170	0.0153	0.0086	0.017	3
6-2	0.0097	0.0133	0.0174	0.0210	0.0211	0.0154	0.0079	0.021	3
6-3	0.0112	0.0163	0.0221	0.0249	0.0208	0.0139	0.0073	0.025	4
6-4	0.0131	0.0203	0.0258	0.0250	0.0169	0.0115	0.0065	0.026	5
6-5	0.0203	0.0370	0.0328	0.0211	0.0144	0.0101	0.0060	0.037	6
6-6	0.0448	0.0506	0.0244	0.0159	0.0115	0.0085	0.0054	0.051	6

(B) MAPA AUTOORGANIZADO DE LOS INDICADORES SOCIOECONÓMICOS DE HIDALGO (PROPUESTA 2)

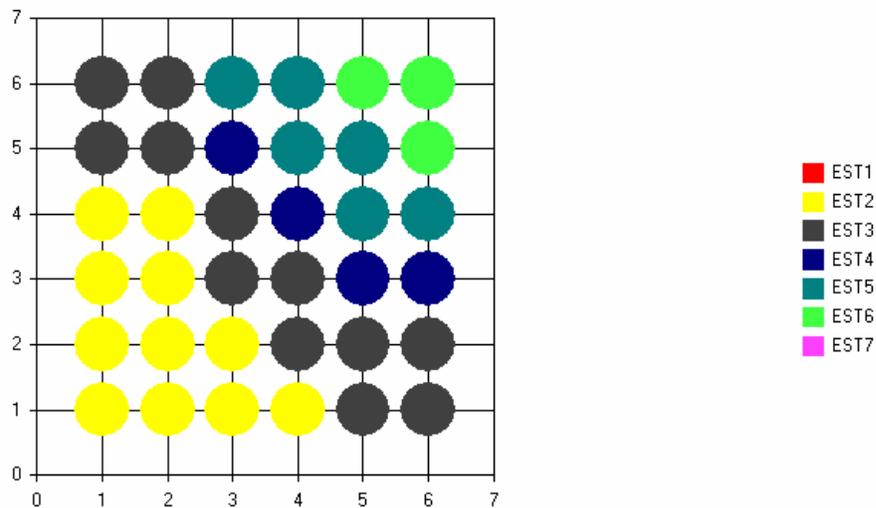


TABLA 3.17 (A) MATRIZ DE ETIQUETAMIENTO MÉXICO (PROPUESTA 1)

NEURONA	CLASE							MAX	LABEL
	1	2	3	4	5	6	7		
1-1	0.094	0.098	0.076	0.063	0.052	0.044	0.033	0.098	2
1-2	0.079	0.138	0.104	0.081	0.063	0.052	0.037	0.138	2
1-3	0.063	0.154	0.154	0.085	0.080	0.052	0.037	0.154	2
1-4	0.053	0.131	0.167	0.123	0.091	0.073	0.046	0.167	3
1-5	0.045	0.104	0.167	0.123	0.109	0.082	0.056	0.167	3
1-6	0.045	0.071	0.104	0.123	0.136	0.103	0.062	0.125	3
1-7	0.040	0.067	0.095	0.102	0.141	0.099	0.060	0.136	5
1-8	0.040	0.067	0.095	0.102	0.141	0.099	0.060	0.141	5
1-9	0.039	0.065	0.088	0.093	0.124	0.092	0.059	0.124	5
2-1	0.039	0.114	0.085	0.093	0.050	0.050	0.037	0.114	2
2-2	0.039	0.143	0.123	0.093	0.072	0.059	0.040	0.143	2
2-3	0.059	0.142	0.178	0.124	0.092	0.071	0.046	0.178	3
2-4	0.053	0.121	0.188	0.124	0.108	0.082	0.056	0.188	3
2-5	0.047	0.094	0.161	0.123	0.134	0.099	0.056	0.161	3
2-6	0.041	0.073	0.114	0.123	0.147	0.121	0.066	0.147	5
2-7	0.033	0.066	0.098	0.116	0.153	0.138	0.075	0.153	5
2-8	0.038	0.064	0.091	0.109	0.154	0.141	0.075	0.154	5
2-9	0.037	0.060	0.081	0.094	0.132	0.123	0.071	0.132	5
3-1	0.067	0.121	0.108	0.089	0.069	0.057	0.040	0.121	2
3-2	0.061	0.125	0.132	0.109	0.083	0.066	0.044	0.132	3
3-3	0.055	0.120	0.167	0.137	0.104	0.079	0.049	0.167	3
3-4	0.049	0.102	0.171	0.155	0.133	0.097	0.056	0.171	3
3-5	0.042	0.078	0.127	0.132	0.163	0.121	0.064	0.163	5
3-6	0.038	0.065	0.097	0.111	0.159	0.148	0.075	0.159	5
3-7	0.036	0.059	0.084	0.102	0.151	0.181	0.090	0.181	6
3-8	0.035	0.056	0.076	0.094	0.133	0.195	0.103	0.195	6
3-9	0.034	0.053	0.070	0.085	0.114	0.169	0.101	0.169	6
4-1	0.066	0.127	0.113	0.091	0.072	0.059	0.040	0.127	2
4-2	0.060	0.128	0.135	0.108	0.084	0.067	0.044	0.128	3
4-3	0.053	0.114	0.155	0.131	0.103	0.080	0.050	0.155	3
4-4	0.047	0.093	0.145	0.144	0.132	0.100	0.057	0.145	3
4-5	0.041	0.076	0.119	0.134	0.167	0.127	0.066	0.167	5
4-6	0.037	0.062	0.091	0.108	0.166	0.168	0.082	0.168	6
4-7	0.034	0.054	0.075	0.091	0.133	0.193	0.104	0.193	6
4-8	0.033	0.050	0.067	0.082	0.114	0.187	0.134	0.187	6
4-9	0.032	0.048	0.062	0.075	0.100	0.160	0.167	0.167	7
5-1	0.077	0.137	0.102	0.079	0.064	0.053	0.038	0.137	2
5-2	0.065	0.155	0.131	0.097	0.075	0.061	0.041	0.155	2
5-3	0.055	0.129	0.156	0.119	0.091	0.072	0.046	0.156	3
5-4	0.047	0.100	0.145	0.141	0.114	0.088	0.053	0.145	3
5-5	0.042	0.080	0.121	0.151	0.156	0.123	0.065	0.156	5
5-6	0.038	0.066	0.096	0.122	0.185	0.184	0.083	0.185	5
5-7	0.035	0.056	0.077	0.097	0.145	0.225	0.108	0.225	6
5-8	0.032	0.049	0.065	0.080	0.110	0.185	0.160	0.185	6
5-9	0.031	0.046	0.058	0.071	0.093	0.146	0.234	0.234	7
6-1	0.100	0.111	0.081	0.065	0.054	0.046	0.034	0.111	2
6-2	0.078	0.150	0.105	0.079	0.063	0.052	0.037	0.150	2
6-3	0.058	0.143	0.146	0.105	0.080	0.064	0.043	0.146	3
6-4	0.049	0.104	0.138	0.124	0.098	0.077	0.049	0.138	3
6-5	0.044	0.086	0.126	0.122	0.136	0.106	0.060	0.126	4
6-6	0.039	0.068	0.099	0.130	0.182	0.174	0.079	0.182	5
6-7	0.036	0.059	0.082	0.104	0.156	0.228	0.088	0.228	6
6-8	0.034	0.055	0.074	0.094	0.136	0.235	0.119	0.235	6
6-9	0.033	0.052	0.069	0.086	0.119	0.196	0.142	0.196	6
7-1	0.123	0.097	0.072	0.058	0.049	0.042	0.032	0.123	1
7-2	0.090	0.130	0.090	0.069	0.056	0.047	0.035	0.130	2
7-3	0.066	0.164	0.131	0.093	0.071	0.058	0.040	0.164	2
7-4	0.053	0.129	0.173	0.130	0.092	0.072	0.046	0.173	3
7-5	0.047	0.100	0.160	0.172	0.125	0.096	0.055	0.172	4
7-6	0.041	0.076	0.115	0.150	0.177	0.137	0.069	0.177	5
7-7	0.038	0.065	0.095	0.128	0.183	0.178	0.082	0.183	5
7-8	0.038	0.065	0.095	0.123	0.191	0.195	0.087	0.195	6
7-9	0.039	0.066	0.095	0.125	0.172	0.179	0.086	0.179	6
8-1	0.111	0.100	0.073	0.060	0.050	0.043	0.032	0.111	1
8-2	0.087	0.128	0.089	0.070	0.056	0.047	0.035	0.128	2
8-3	0.068	0.160	0.119	0.088	0.067	0.055	0.038	0.160	2
8-4	0.058	0.146	0.160	0.114	0.083	0.066	0.043	0.160	3
8-5	0.049	0.112	0.176	0.146	0.107	0.082	0.050	0.176	3
8-6	0.043	0.085	0.135	0.175	0.139	0.103	0.058	0.175	4
8-7	0.042	0.079	0.123	0.153	0.183	0.127	0.066	0.183	5
8-8	0.042	0.080	0.124	0.160	0.190	0.131	0.068	0.190	5
8-9	0.043	0.081	0.122	0.162	0.168	0.126	0.067	0.168	5
9-1	0.092	0.108	0.077	0.069	0.051	0.044	0.033	0.108	2
9-2	0.078	0.129	0.088	0.070	0.056	0.047	0.035	0.129	2
9-3	0.066	0.152	0.110	0.085	0.065	0.054	0.038	0.152	2
9-4	0.059	0.146	0.146	0.104	0.079	0.063	0.042	0.146	2
9-5	0.051	0.116	0.169	0.125	0.096	0.074	0.047	0.169	3
9-6	0.046	0.092	0.146	0.156	0.115	0.087	0.053	0.156	4
9-7	0.046	0.093	0.147	0.158	0.141	0.100	0.057	0.158	4
9-8	0.045	0.090	0.141	0.180	0.149	0.103	0.059	0.180	4
9-9	0.045	0.086	0.127	0.204	0.145	0.102	0.059	0.204	4

(B) MAPA AUTOORGANIZADO DE LOS INDICADORES SOCIOECONÓMICOS DE MÉXICO (PROPUESTA 1)

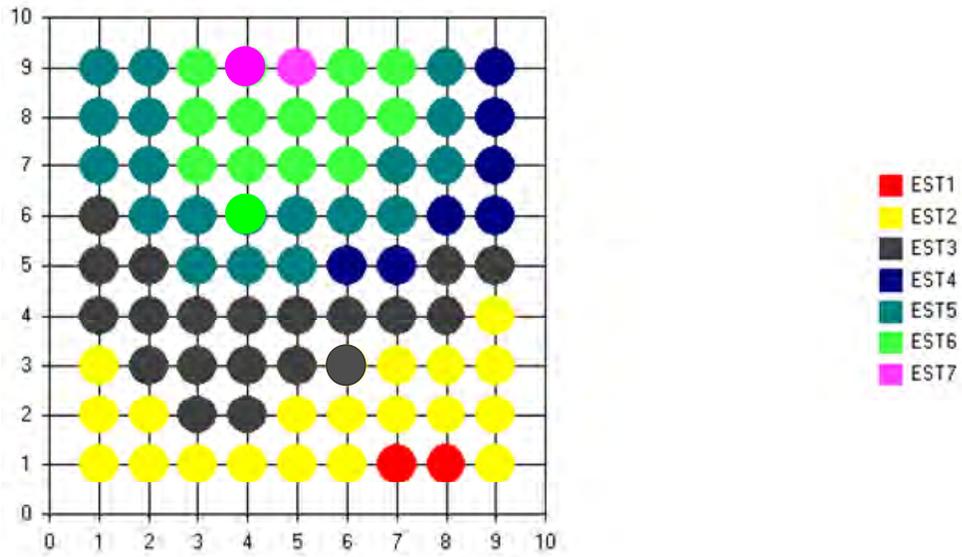
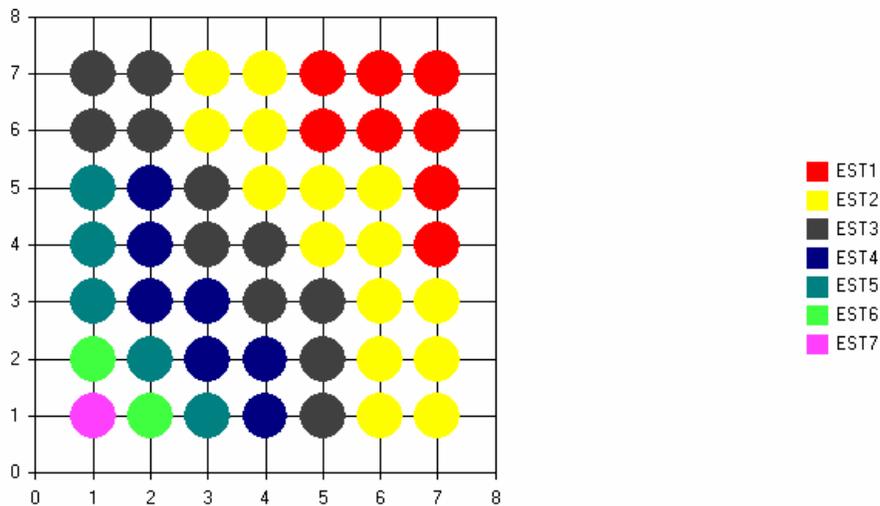


TABLA 3.18 (A) MATRIZ DE ETIQUETAMIENTO MÉXICO (PROPUESTA 2)

NEURONA	CLASE							MAX	LABEL
	1	2	3	4	5	6	7		
1-1	0.005	0.007	0.009	0.013	0.019	0.034	0.039	0.039	7
1-2	0.005	0.009	0.012	0.018	0.032	0.050	0.022	0.050	6
1-3	0.005	0.010	0.014	0.023	0.036	0.028	0.015	0.036	5
1-4	0.006	0.011	0.016	0.022	0.022	0.017	0.011	0.022	5
1-5	0.005	0.009	0.012	0.015	0.017	0.016	0.012	0.017	5
1-6	0.006	0.011	0.013	0.013	0.012	0.010	0.008	0.013	3
1-7	0.007	0.014	0.017	0.016	0.013	0.011	0.008	0.017	3
2-1	0.005	0.009	0.013	0.019	0.031	0.035	0.019	0.035	6
2-2	0.006	0.012	0.020	0.037	0.040	0.022	0.013	0.040	5
2-3	0.006	0.012	0.019	0.026	0.023	0.016	0.011	0.026	4
2-4	0.007	0.015	0.025	0.029	0.020	0.013	0.009	0.029	4
2-5	0.007	0.014	0.025	0.032	0.022	0.015	0.010	0.032	4
2-6	0.007	0.014	0.018	0.018	0.014	0.011	0.008	0.018	3
2-7	0.009	0.022	0.022	0.016	0.012	0.009	0.007	0.022	3
3-1	0.006	0.011	0.017	0.026	0.031	0.022	0.013	0.031	5
3-2	0.006	0.012	0.019	0.028	0.027	0.019	0.012	0.028	4
3-3	0.007	0.016	0.029	0.033	0.022	0.015	0.010	0.033	4
3-4	0.008	0.021	0.035	0.024	0.016	0.011	0.008	0.035	3
3-5	0.009	0.032	0.034	0.019	0.013	0.009	0.007	0.034	3
3-6	0.011	0.026	0.017	0.012	0.009	0.007	0.006	0.026	2
3-7	0.013	0.022	0.014	0.011	0.008	0.007	0.006	0.022	2
4-1	0.007	0.014	0.022	0.024	0.018	0.013	0.009	0.024	4
4-2	0.007	0.014	0.025	0.032	0.023	0.015	0.010	0.032	4
4-3	0.007	0.017	0.029	0.029	0.019	0.013	0.009	0.029	3
4-4	0.008	0.018	0.024	0.019	0.013	0.010	0.008	0.024	3
4-5	0.011	0.028	0.020	0.013	0.010	0.008	0.006	0.028	2
4-6	0.012	0.018	0.013	0.010	0.008	0.007	0.005	0.018	2
4-7	0.015	0.016	0.011	0.008	0.007	0.006	0.005	0.016	2
5-1	0.008	0.018	0.022	0.017	0.013	0.010	0.007	0.022	3
5-2	0.008	0.017	0.022	0.018	0.014	0.010	0.008	0.022	3
5-3	0.009	0.027	0.027	0.017	0.012	0.009	0.007	0.027	3
5-4	0.011	0.022	0.017	0.013	0.010	0.008	0.006	0.022	2
5-5	0.013	0.023	0.014	0.010	0.008	0.007	0.005	0.023	2
5-6	0.017	0.013	0.009	0.007	0.006	0.005	0.005	0.017	1
5-7	0.014	0.011	0.008	0.007	0.006	0.005	0.004	0.014	1
6-1	0.009	0.020	0.017	0.012	0.010	0.008	0.006	0.020	2
6-2	0.011	0.026	0.018	0.013	0.010	0.008	0.006	0.026	2
6-3	0.010	0.021	0.017	0.013	0.010	0.008	0.007	0.021	2
6-4	0.014	0.021	0.013	0.010	0.008	0.007	0.006	0.021	2
6-5	0.018	0.018	0.011	0.009	0.007	0.006	0.005	0.018	2
6-6	0.023	0.012	0.008	0.007	0.006	0.005	0.004	0.023	1
6-7	0.018	0.010	0.008	0.006	0.006	0.005	0.004	0.018	1
7-1	0.008	0.015	0.014	0.012	0.010	0.008	0.006	0.015	2
7-2	0.012	0.021	0.014	0.010	0.008	0.007	0.006	0.021	2
7-3	0.010	0.021	0.017	0.012	0.010	0.008	0.006	0.021	2
7-4	0.018	0.016	0.011	0.008	0.007	0.006	0.005	0.018	1
7-5	0.016	0.013	0.009	0.008	0.006	0.006	0.005	0.016	1
7-6	0.019	0.010	0.007	0.006	0.005	0.005	0.004	0.019	1
7-7	0.019	0.009	0.007	0.006	0.005	0.005	0.004	0.019	1

(B) MAPA AUTOORGANIZADO DE LOS INDICADORES SOCIOECONÓMICOS DE MÉXICO (PROPUESTA 2)



Como puede observarse, utilizando distintas propuestas de etiquetamiento para la misma área, el estrato máximo alcanzado varía, o puede ser también que haya neuronas clasificadas en algún estrato en particular. Por este motivo a continuación se analizan los resultados de las dos clasificaciones hechas a nivel nacional y sus diferencias más sobresalientes contra la clasificación hecha por el INEGI al mismo nivel.

### 3.3.4.1. COMPARACIÓN DE RESULTADOS A NIVEL NACIONAL

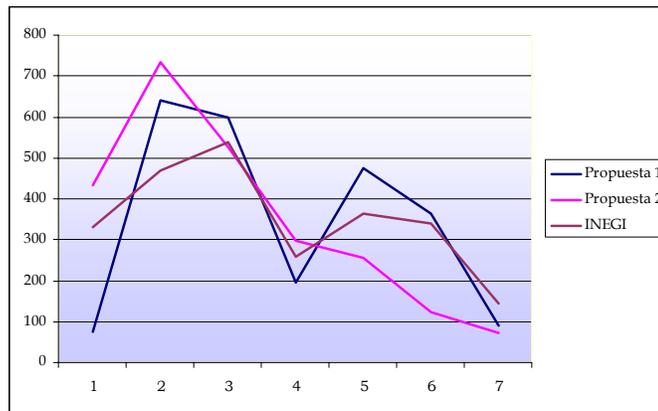
Debido a que los dos estados de Oaxaca e Hidalgo son un subconjunto de la clasificación nacional realizada en este trabajo, sólo se muestran las variaciones observadas en el agrupamiento del total de los municipios del país contra los resultados del INEGI al mismo nivel.

En la siguiente tabla está la cantidad de municipios clasificados en cada estrato en las dos propuestas de etiquetamiento y en la clasificación hecha por el INEGI.

TABLA 3.19 CLASIFICACIÓN A NIVEL MUNICIPAL

Estrato	Prop 1	Prop 2	Inegi
1	76	433	330
2	642	733	468
3	599	526	539
4	196	299	258
5	474	257	363
6	365	123	340
7	90	71	144

FIGURA 3.6 RESULTADOS POR ESTRATO EN CADA CLASIFICACIÓN



La tabla 3.19 muestra que la propuesta 1 disminuye por mucho el número de municipios clasificados en el primer estrato, la propuesta 2 representa un incremento del 31% sobre la clasificación del INEGI, al tener 433 de ellos en el estrato 1. En el estrato 2, ambas propuestas superan la cantidad determinada por el INEGI. Hasta el estrato 5 hay diferencias significativas de nuevo; la propuesta 2 disminuye substancialmente la cantidad de municipios ubicados en estratos 5 al 7, mientras que la 1 se asemeja más

con los resultados del INEGI a excepción del estrato 5 donde ubica a un mayor número de unidades.

De manera resumida puede decirse que la propuesta 1 eleva el nivel socioeconómico de la clasificación en general (menos municipios en el estrato 1), por el contrario, la propuesta 2 clasifica a un mayor número de municipios de México en los estratos bajos (1 y 2) y una menor cantidad en los estratos 5 al 7. De acuerdo con esta segunda clasificación, el país tiene un nivel socioeconómico más bajo de lo que el INEGI muestra en su producto.

Lo recién expuesto se confirma con los valores mostrados en la siguiente tabla:

TABLA 3.20 DIFERENCIAS POR MUNICIPIO CON RESPECTO A INEGI

Estrato	Prop 1	Prop 2
1	(254)	103
2	174	265
3	60	-13
4	(62)	41
5	111	-106
6	25	-217
7	(54)	-73

Ambas columnas muestran la diferencia entre el número de municipios clasificados en cada estrato en cada agrupamiento, contra lo que el INEGI propone. Se confirma que la propuesta 2 inclina la clasificación nacional hacia estratos menores, y la 1 clasifica más municipios en los estratos medios y superiores.

Por otro lado, en cuanto a la coincidencia de la clasificación socioeconómica por estrato para cada municipio, la propuesta 1 y el INEGI coinciden en 1,442 casos, en la segunda propuesta, coinciden 1,126 de los 2442 municipios.

Ahora, como parte del análisis de los resultados obtenidos en los dos tipos de etiquetamiento propuestos, así como para poder realizar comparaciones y obtener conclusiones al respecto, a continuación se muestran los mapas geográficos del estado de Hidalgo<sup>57</sup> con las clasificaciones obtenidas en este trabajo (mostrada en los colores de cada municipio), así como el equivalente realizado por el INEGI.

En el apéndice de este trabajo (tabla N), pueden encontrarse la 2 clasificaciones obtenidas por municipio de este estado, además de la que el INEGI propone.

<sup>57</sup> Se eligió este estado para facilitar la comparación y visualización de las clases obtenidas entre cada clasificación, ya que cuenta sólo con 84 municipios (Oaxaca tiene 570 y a nivel nacional son 2443).

FIGURA 3.7 CLASIFICACIÓN HIDALGO KOHONEN PROPUESTA 1 (INEGI 2000).

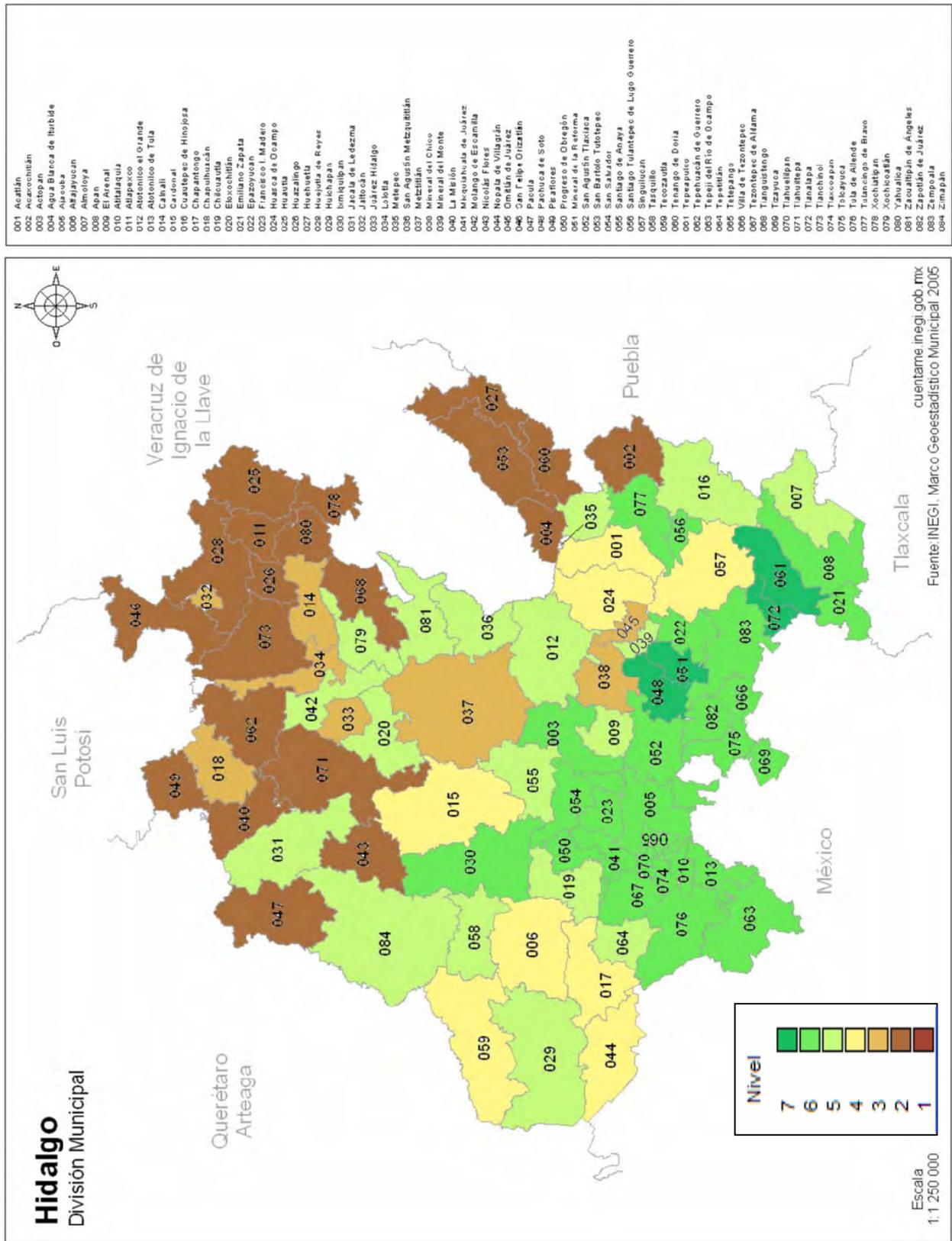


FIGURA 3.8 CLASIFICACIÓN KOHONEN HIDALGO PROPUESTA 2 (INEGI 2000).

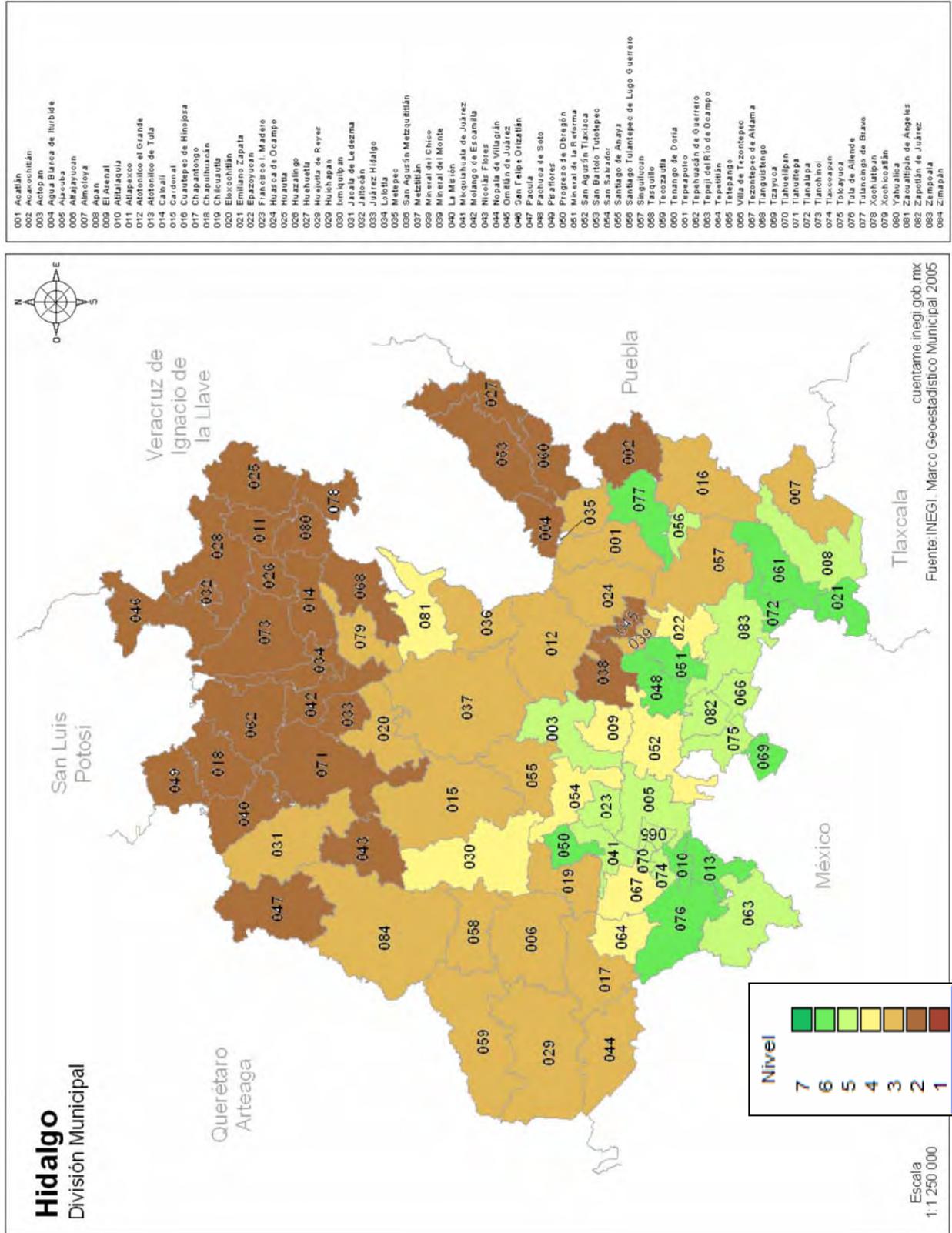
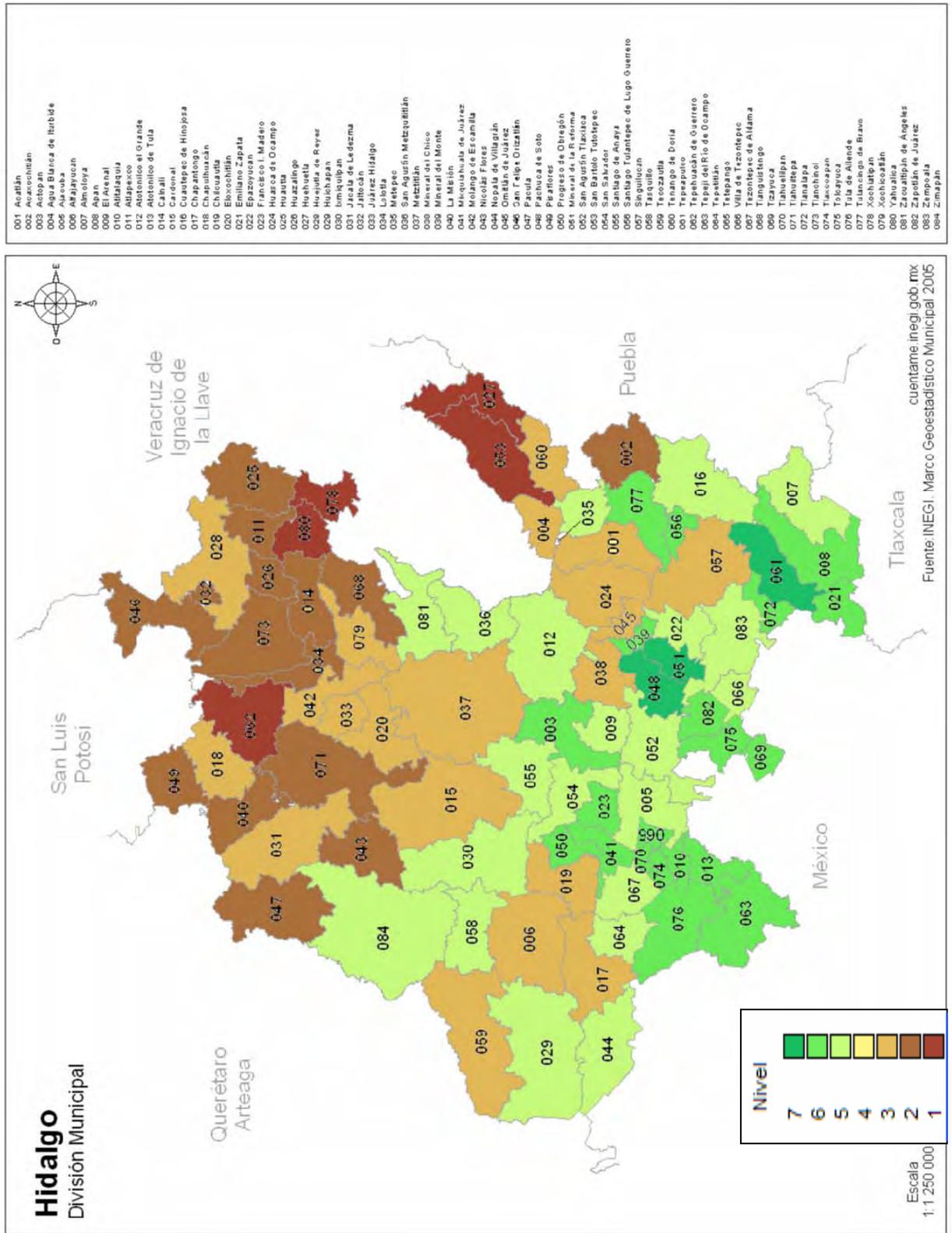


FIGURA 3.9 CLASIFICACIÓN MUNICIPAL INEGI 2004 (INEGI 2000).



Los mapas anteriores muestran en general las distintas características de cada clasificación. Por lo pronto, sólo la clasificación del INEGI posee municipios ubicados en el estrato 1, y la clasificación que sube el nivel socioeconómico del estado es la 1, al contrario de la 2, que lo disminuye.

Por este motivo, para obtener una conclusión sobre cuál es el tipo de etiquetamiento más adecuado, si éste depende del tipo de región utilizada, y sobre todo cuáles son los grupos que mejor fueron formados (mayor homogeneidad entre sus componentes), en la siguiente sección se exponen algunos de los índices normalmente utilizados que validan los grupos formados.

Asimismo se obtendrán también los índices de validación de la clasificación del INEGI. Estos índices también servirán para conocer el comportamiento en general y características de una red de Kohonen ante distintos tipos de información.

### 3.3.5. EVALUACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN

Como se ha venido mencionando, el objetivo principal de la clasificación de datos (análisis de conglomerados o de *clusters*) consiste en que objetos que en conjunto poseen distintas características son agrupados en clases, de tal forma que cada una de ellas sea lo más distinto posible de las demás, pero internamente los elementos agrupados deben ser lo más similares posibles entre sí. Dado que no se conocen a priori los elementos que forman parte de cada grupo ni las relaciones existentes entre ellos, generalmente un trabajo de clasificación de datos es un procedimiento no supervisado.

El objetivo general de cualquier partición de datos será siempre el formar la mejor clasificación posible, dados algunos parámetros entre los cuales pueden estar el número de clases (como en el caso de este estudio). Debido a que el trabajo de agrupamiento obtiene clases de datos que no habían sido definidas de antemano, se requiere siempre algún tipo de evaluación, que responda adecuadamente a la principal necesidad; ¿habrá una mejor clasificación para los datos dados?

El proceso relacionado con la evaluación de los resultados de un algoritmo de agrupamiento se conoce como "validación de grupos" (*cluster validity*).

En términos generales, existen tres formas de abordar el problema de validación de grupos. La primera está basada en criterios externos, donde se evalúa si los resultados finales concuerdan con una estructura pre-definida por el investigador de acuerdo a lo que éste cree a priori sobre el comportamiento de los datos (se prueba la hipótesis de si los datos tienen una estructura determinada o no). La segunda forma se refiere a criterios internos, y evalúa resultados numéricos de los vectores pertenecientes a la información utilizada (por ejemplo matriz de distancias). En resumen, estos dos primeros criterios miden a qué grado el conjunto de datos confirma un esquema de comportamiento definido a priori.

Por último, están los criterios relativos, cuya idea fundamental es evaluar la clasificación obtenida mediante la comparación de varios resultados obtenidos con alguna variación en los parámetros utilizados.

Como características fundamentales para la elección de un esquema óptimo de agrupamiento está:

- Cohesión, los elementos de cada grupo deben estar lo más cerca posible. Una medida común para esto es la varianza, la cual debe ser la mínima posible.
- Separación, los grupos formados deben estar lo más separados posible. Dentro de este criterio está la comparación de los centroides de cada clase.

Estas dos características principales serán evaluadas en este trabajo. En la siguiente sección se validan los resultados obtenidos utilizando los criterios relativos, dado que se utilizaron distintas propuestas para etiquetar la información y en cada caso se obtuvieron resultados distintos.

Con respecto a la evaluación de los resultados, en los últimos años se han venido proponiendo distintas métricas para validar los resultados de los distintos algoritmos de agrupamiento. A estas métricas se les llama "índices de validación" y a continuación se presentan los que serán utilizados.

### 3.3.5.1. ÍNDICES DE VALIDACIÓN

Se utilizarán 2 índices, los cuales usan distintas medidas para su obtención, como los centroides de cada grupo, las varianzas, y también la dispersión obtenida.

#### 1. ÍNDICE DAVIES BOULDIN (DB)

La base principal de este índice es la medida de la dispersión de los grupos ( $s_i$ ), y la distancia entre cada uno  $d_{ij}$ .

$$s_i = \frac{1}{|c_i|} \sum_{x \in c_i} d(x, v_i)$$

donde

$c_i$  es el  $i$ -ésimo grupo (o *cluster*)

$|c_i|$  es el número de elementos en el  $i$ -ésimo grupo.

Se toma en cuenta además la distancia entre los centroides  $v$  de los grupos  $i, j$  formados,

$$d_{ij} = d(v_i, v_j)$$

$$R_{ij} = \frac{s_i + s_j}{d_{ij}}$$

Esta expresión lleva al cálculo del índice DB, el cual mide la similitud entre los distintos grupos, y ya que éstos debieran ser compactos y lo más separados posibles, mientras menor sea el valor de este índice implicará que se tiene una mejor clasificación. La expresión siguiente es la correspondiente a este índice,

$$DB = \frac{1}{n_c} \sum_{i=1}^{n_c} R_i$$

$$R_i = \max_{j=1, \dots, n_c, j \neq i} (R_{ij}), i = 1, \dots, n_c$$

El índice DB ahora se refiere sólo al índice  $i$ , ya que del índice  $j$  sólo se toma el que tenga el valor máximo (máxima distancia  $d_{ij}$  entre centroides).

Para la comparación de este índice en distintas agrupaciones, se requiere que en cada caso se tenga el mismo número de clases formadas, debido a que mientras menor sea el número de éstas, la distancia promedio al punto más lejano aumenta, no implicando esto necesariamente una peor clasificación, sino un alejamiento entre los centroides debido a que el número de clases es menor.

## 2. INDICE DE DISPERSIÓN PROMEDIO (SCATT)

Este índice propone el estudio y la medición de la dispersión promedio de los grupos relacionada con la varianza (*average scattering for clusters*). Para esto se calcula primeramente la varianza de los grupos y la del conjunto total de datos, por lo tanto con esto también se estará midiendo su homogeneidad y qué tan compactos son.

El cálculo de las varianzas se define de la siguiente manera:

### Varianza del conjunto de datos:

$$\sigma_{px} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x_{pk} - \bar{x}_p)^2$$

$$\sigma(x) = \begin{bmatrix} \sigma_{x1} \\ \vdots \\ \sigma_{xd} \end{bmatrix}$$

### Varianza de un grupo:

$$\sigma_{pv_i} = \frac{1}{|c_i|} \sum_{k=1}^{|c_i|} (x_{pk} - \bar{v}_{pi})^2$$

$$\sigma(v_i) = \begin{bmatrix} \sigma_{v_i,1} \\ \vdots \\ \sigma_{v_i,d} \end{bmatrix}$$

donde,

$n_c$  es el número de grupos o *clusters*.

$\|c_i\|$  es el número de elementos en el  $i$ -ésimo grupo.

$d$  es la dimensión del espacio de entrada.

La dispersión promedio *Scatt* mide qué tan compactos son los grupos formados, tomando en cuenta la varianza de éstos y del total del conjunto de datos. Su definición se muestra a continuación:

$$Scatt := \frac{1}{n_c} \sum_{i=1}^{n_c} \frac{\|\sigma(v_i)\|}{\|\sigma(x)\|}$$

De igual forma que el índice anterior, cuanto menor sea el valor en este caso, la clasificación obtenida es mejor.

Referente a los índices recién expuestos un pequeño análisis e interpretación al respecto se muestra en el siguiente apartado.

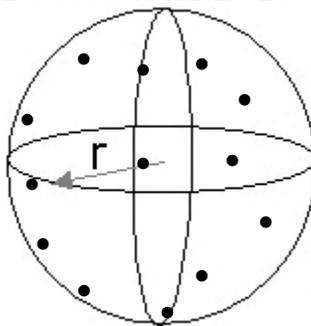
### 3.3.5.2. DISPERSIÓN DE LOS GRUPOS

Cuando se habla de grupos formados, debe buscarse siempre que la dispersión de éstos sea lo menor posible.

La dispersión de un grupo podría ser entendida de la siguiente forma; cuando un total de datos se ha separado en clases, cada una de éstas está formada por un conjunto de datos o vectores. Supóngase ahora que estos vectores (para este ejemplo ubicados en el espacio tridimensional) representan puntos en el espacio, de tal manera que puntos muy cercanos equivalen a vectores cuyas distancias son pequeñas, y de igual forma puntos más alejados tienen mayores distancias. Dado que se han formado  $n$  clases, se tendrán entonces  $n$  conjuntos de puntos en este espacio, que podrían ser visualizados como aglomeraciones de puntos semejantes a esferas. Tomando solo uno de los grupos formados, el *centroide* del grupo será un nuevo punto ubicado en el centro de esta esfera, y se espera que su ubicación al final de la clasificación sea tal que la distancia a todos los demás puntos del grupo sea la mínima posible<sup>58</sup>.

<sup>58</sup> El radio de la esfera puede entenderse como la distancia entre el punto más lejano del centroide y éste último.

FIGURA 3.10 REPRESENTACIÓN DE LA DISPERSIÓN DE UN GRUPO



Mientras mejor estén agrupados los datos, más cercanos estarán en cada clase y por lo tanto menor dispersión tendrá esta nueva esfera. La dispersión estará entonces relacionada con las distancias entre todos los puntos de este grupo y su centroide.

Esto implica que con una dispersión pequeña, se logrará que los grupos o clases estén más alejados unos de otros, es decir más compactos, lo cual es también una condición para tener una mejor formación de grupos. Por el contrario mientras más disperso esté un grupo, volviendo al ejemplo de las esferas, se podrán encontrar incluso intersecciones entre ellas.

Por otro lado, también es importante tomar en cuenta la varianza de los datos que pertenecen a un grupo. La idea será formar clases cuyos elementos tengan la menor varianza posible, asegurando así que la variabilidad de los datos incluidos sea muy pequeña. Esto implicaría que del total de los datos incluidos se agruparon a los que tienen menores diferencias entre sí.

A continuación, utilizando los índices de validación propuestos, se aplican éstos a la información obtenida de la sección 3.3.4.

### 3.3.5.3. OBTENCIÓN DE LOS ÍNDICES PARA LAS DISTINTAS CLASIFICACIONES

Teniendo ya el conocimiento sobre los índices que se utilizarán para validar los resultados de las clasificaciones hechas hasta este punto, pueden compararse los resultados de ambas opciones de etiquetamiento por cada una de las áreas geográficas seleccionadas.

Para ambos índices, es conveniente calcular primero los centroides de cada grupo formado en las 2 clasificaciones (y para cada área). El centroide  $v_i$  (vector de medias) contiene el promedio de cada indicador o variable socioeconómica en sus componentes, y por este motivo resume la información de cada grupo.

En las siguientes páginas se muestran los análisis correspondientes a las 3 regiones cuya información fue estudiada (Oaxaca, Hidalgo y los municipios de todo el país). En el estudio concerniente a cada área se analiza también la clasificación del INEGI, para poder así tener un punto de comparación entre los resultados de este trabajo y lo publicado por dicho Instituto.

En lo referente a la clasificación del INEGI, su validación se realizó en cada entidad con las variables consideradas en este trabajo para cada área, para que así la comparación fuera sobre la misma base, es decir, con el mismo número de indicadores para cada estado o área.

En las hojas que muestran los resultados de la validación de las clasificaciones realizadas, puede verse primeramente el índice  $s_i$ , el índice DB, las varianzas de cada clase, la varianza del conjunto total de datos y la dispersión promedio relacionada con varianzas (*average scattering*).

TABLA 3.2.1(A) ÍNDICES DE VALIDACIÓN OAXACA (KOHONEN PROPUESTA 1)

	IND01	IND02	IND03	IND04	IND05	IND06	IND07	IND08	IND09	IND10	IND11	IND13	IND14	IND15	IND16	IND17	IND19	IND21	IND23	IND25	IND26	s <sub>1</sub>
v <sub>1</sub>	39.5	60.3	3.7	19.1	10.8	4.4	17.2	79.6	2.3	4.8	60.1	1.9	8.1	62.8	86.7	62.4	25.0	29.0	0.6	19.8	6.0	48.7
v <sub>2</sub>	66.5	89.5	14.5	42.6	28.4	16.3	30.0	73.8	10.3	17.3	74.1	5.5	10.2	73.0	85.6	62.9	21.3	28.7	1.0	21.4	8.7	58.9
v <sub>3</sub>	74.8	94.8	38.7	68.3	54.8	34.4	43.6	83.1	39.0	37.2	88.3	12.5	15.3	83.2	91.7	66.4	23.8	31.8	2.4	17.3	18.1	93.8
v <sub>4</sub>	83.1	94.6	60.1	78.3	70.1	45.2	47.4	81.1	55.4	49.6	88.4	14.5	21.7	81.1	90.6	69.2	22.2	31.3	4.2	9.6	22.6	42.7
v <sub>5</sub>	79.1	96.6	51.8	83.2	51.1	39.9	52.5	91.8	79.0	61.2	96.5	22.6	29.2	92.6	95.1	78.8	29.7	36.7	5.3	7.0	31.0	34.3
v <sub>6</sub>	82.6	96.7	80.8	90.8	82.8	66.3	61.1	92.3	86.7	72.4	96.1	27.9	43.2	91.1	94.9	83.2	33.5	37.3	12.6	3.6	42.0	33.7
																						<b>45.34</b>

d(v <sub>i</sub> ,v <sub>j</sub> )	v <sub>1</sub>	v <sub>2</sub>	v <sub>3</sub>	v <sub>4</sub>	v <sub>5</sub>	v <sub>6</sub>	s <sub>1</sub> +s <sub>2</sub>	s <sub>1</sub>	s <sub>2</sub>	s <sub>3</sub>	s <sub>4</sub>	s <sub>5</sub>	s <sub>6</sub>	R <sub>#</sub>	l	2	3	4	5	6	max	
v <sub>1</sub>	-	58.8	116.6	150.4	164.2	208.3	s <sub>1</sub>	s <sub>1</sub>	107.6	102.5	91.3	83.0	82.4	2	-	1.8	0.9	0.6	0.5	0.4	1.83	
v <sub>2</sub>	58.8	-	66.2	102.7	120.4	165.3	s <sub>2</sub>	107.6	-	112.7	101.6	93.2	92.6	2	1.8	-	1.7	1.0	0.8	0.6	1.83	
v <sub>3</sub>	116.6	66.2	-	39.5	61.2	102.3	s <sub>3</sub>	102.5	107.6	-	96.5	88.1	87.5	3	0.9	1.7	-	2.4	1.4	0.9	2.44	
v <sub>4</sub>	150.4	102.7	39.5	-	43.9	68.4	s <sub>4</sub>	91.3	91.3	96.5	-	77.0	76.4	4	0.6	1.0	2.4	-	1.8	1.1	2.44	
v <sub>5</sub>	164.2	120.4	61.2	43.9	-	57.6	s <sub>5</sub>	83.0	83.0	93.2	88.1	-	68.0	5	0.5	0.8	1.4	1.8	-	1.2	1.75	
v <sub>6</sub>	208.3	165.3	102.3	68.4	57.6	-	s <sub>6</sub>	82.4	82.4	92.6	87.5	76.4	68.0	6	0.4	0.6	0.9	1.1	1.2	-	1.18	
																						<b>1.9128</b>

Var <sub>i</sub>	1	2	3	4	5	6
1	-	112.9	29.2	2.8	24.1	47.4
2	112.9	-	155.4	165.3	59.9	7.5
3	29.2	155.4	-	165.3	59.9	7.5
4	2.8	165.3	165.3	-	59.9	7.5
5	24.1	59.9	59.9	59.9	-	7.5
6	47.4	7.5	7.5	7.5	7.5	-

	IND01	IND02	IND03	IND04	IND05	IND06	IND07	IND08	IND09	IND10	IND11	IND13	IND14	IND15	IND16	IND17	IND19	IND21	IND23	IND25	IND26	s <sub>1</sub>
1	204.704	98.724	796	14.181	6.850	2.21	1.395	39.494	30	1.32	13.547	1.1	60.420	41.151	3.124	12.754	49.659	3.332	0	74.167	3.14	791
2	380.213	7.434	58.362	99.331	133.700	33.881	19.247	96.557	7.560	21.169	23.809	493	48.176	12.809	1.071	22.021	34.144	4.514	1	67.764	879	1.036
3	221.342	294	152.301	18.755	166.367	35.704	11.064	17.188	137.812	13.598	2.314	1.754	24.742	3.640	4.11	16.785	8.791	1.064	13	34.466	4.873	934
4	13.979	104	72.093	6.588	15.791	148.848	3.428	4.896	15.880	3.241	986	2.046	55.785	1.226	1.66	21.348	2.767	996	25	1.133	3.671	612
5	32.207	45	49.120	305	40.307	45.763	3.084	4.34	2.940	2.390	5	3.60	4.996	66	44	1.993	632	252	11	1.119	3.661	436
6	38.450	12	23.519	239	13.383	12.368	7.782	110	5.137	2.353	13	8.372	12.746	851	8	583	2.248	161	362	2	2.725	363
7	424.360	46.352	353.280	338.826	402.518	137.115	47.785	68.371	379.920	144.924	44.590	3.753	67.363	25.477	1.189	24.143	27.337	3.593	56	58.504	10.848	1.616

CLASES FORMADAS	6
KOHONEN Scatt (etiqueta J)	0.4903



TABLA 3.2.1(C) ÍNDICES DE VALIDACIÓN OAXACA (INEGI)

	IND01	IND02	IND03	IND04	IND05	IND06	IND07	IND08	IND09	IND10	IND11	IND13	IND14	IND15	IND16	IND17	IND19	IND21	IND23	IND25	IND26	$s_1$
$v_1$	49.84	73.72	5.37	24.04	15.13	6.96	18.75	74.43	2.87	6.75	61.91	2.50	8.80	64.95	87.47	62.51	22.84	28.56	0.67	19.43	6.10	53.32
$v_2$	73.02	82.41	19.79	49.45	32.89	18.89	35.32	76.74	12.71	20.57	79.13	6.14	9.86	76.27	90.89	63.44	21.81	29.51	1.01	23.89	9.17	56.05
$v_3$	73.34	94.55	36.29	69.36	56.70	37.85	41.89	76.85	36.87	36.46	86.61	12.38	16.89	80.18	90.01	63.28	20.82	28.77	2.33	13.86	17.09	53.66
$v_4$	74.75	95.03	52.88	76.97	61.09	41.17	48.34	87.10	65.60	52.70	92.79	17.97	24.37	87.37	92.78	74.63	27.16	34.96	4.90	9.33	27.53	43.18
$v_5$	81.34	96.63	71.80	89.25	72.40	51.43	56.55	91.52	82.29	68.29	95.19	23.52	38.61	90.52	95.23	83.23	28.79	34.58	4.32	36.93	39.27	45.19
$v_6$	85.36	96.90	81.84	90.80	79.97	70.62	66.81	93.52	92.20	76.75	96.95	34.23	47.41	94.26	95.41	84.04	37.71	39.54	16.17	3.14	45.99	26.19
$v_7$																						45.15

$d(v_i/v_j)$	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$	$v_6$	$v_7$
$v_1$	-	57.0	102.7	138.7	179.8	191.8	79.7
$v_2$		-	53.6	93.2	135.0	164.5	62.2
$v_3$			-	45.5	86.4	116.0	79.8
$v_4$				-	43.6	75.0	69.4
$v_5$					-	64.5	64.5
$v_6$						-	69.4
$v_7$							-

$s_1, s_2, s_3$	$s_1$	$s_2$	$s_3$	$s_4$	$s_5$	$s_6$	$s_7$
$s_1$	-	109.6	107.2	96.7	91.8	79.7	79.7
$s_2$		-	109.7	99.2	94.3	82.2	62.2
$s_3$			-	96.8	91.9	79.8	69.4
$s_4$				-	81.5	69.4	64.5
$s_5$					-	64.5	64.5
$s_6$						-	69.4
$s_7$							-

	$s_1$	$s_2$	$s_3$	$s_4$	$s_5$	$s_6$	$s_7$
$s_1$	-	109.6	107.2	96.7	91.8	79.7	79.7
$s_2$		-	109.7	99.2	94.3	82.2	62.2
$s_3$			-	96.8	91.9	79.8	69.4
$s_4$				-	81.5	69.4	64.5
$s_5$					-	64.5	64.5
$s_6$						-	69.4
$s_7$							-

	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$	$v_6$	$v_7$
$v_1$	689.1	335.6	38.7	151.9	177.9	48.1	360.9
$v_2$	456.3	41.8	371.1	245.8	399.1	119.7	234.5
$v_3$	533.9	15.5	431.7	143.3	313.4	100.5	184.1
$v_4$	340.5	12.3	351.5	88.6	306.0	203.2	58.7
$v_5$	295.6	4.4	221.5	21.8	405.9	302.6	26.3
$v_6$	25.3	1.8	150.8	11.6	137.9	115.8	56.8
$v_7$	651.4	215.3	594.4	582.1	634.4	370.3	218.6

	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$	$v_6$	$v_7$
$v_1$	474878.7	112751.0	1501.2	230799.9	316651.5	4178.4	23172.3
$v_2$	207277.5	17466.6	137727.8	604211.9	159316.9	252856.6	14336.9
$v_3$	285063.8	241.7	166389.8	201529.2	96209.9	96382.6	10092.5
$v_4$	115962.8	150.4	123562.3	7847.9	93650.2	41297.8	3444.1
$v_5$	87394.6	19.3	49074.9	4743	164744.9	91568.1	690.8
$v_6$	641.7	3.3	22750.6	135.3	19005.2	13411.3	3117.2
$v_7$	424360.0	46351.8	353280.0	338625.5	402517.9	137114.6	47765.1

	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$	$v_6$	$v_7$
$v_1$	689.1	335.6	38.7	151.9	177.9	48.1	360.9
$v_2$	456.3	41.8	371.1	245.8	399.1	119.7	234.5
$v_3$	533.9	15.5	431.7	143.3	313.4	100.5	184.1
$v_4$	340.5	12.3	351.5	88.6	306.0	203.2	58.7
$v_5$	295.6	4.4	221.5	21.8	405.9	302.6	26.3
$v_6$	25.3	1.8	150.8	11.6	137.9	115.8	56.8
$v_7$	651.4	215.3	594.4	582.1	634.4	370.3	218.6

	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$	$v_6$	$v_7$
$v_1$	689.1	335.6	38.7	151.9	177.9	48.1	360.9
$v_2$	456.3	41.8	371.1	245.8	399.1	119.7	234.5
$v_3$	533.9	15.5	431.7	143.3	313.4	100.5	184.1
$v_4$	340.5	12.3	351.5	88.6	306.0	203.2	58.7
$v_5$	295.6	4.4	221.5	21.8	405.9	302.6	26.3
$v_6$	25.3	1.8	150.8	11.6	137.9	115.8	56.8
$v_7$	651.4	215.3	594.4	582.1	634.4	370.3	218.6

	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$	$v_6$	$v_7$
$v_1$	689.1	335.6	38.7	151.9	177.9	48.1	360.9
$v_2$	456.3	41.8	371.1	245.8	399.1	119.7	234.5
$v_3$	533.9	15.5	431.7	143.3	313.4	100.5	184.1
$v_4$	340.5	12.3	351.5	88.6	306.0	203.2	58.7
$v_5$	295.6	4.4	221.5	21.8	405.9	302.6	26.3
$v_6$	25.3	1.8	150.8	11.6	137.9	115.8	56.8
$v_7$	651.4	215.3	594.4	582.1	634.4	370.3	218.6

	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$	$v_6$	$v_7$
$v_1$	689.1	335.6	38.7	151.9	177.9	48.1	360.9
$v_2$	456.3	41.8	371.1	245.8	399.1	119.7	234.5
$v_3$	533.9	15.5	431.7	143.3	313.4	100.5	184.1
$v_4$	340.5	12.3	351.5	88.6	306.0	203.2	58.7
$v_5$	295.6	4.4	221.5	21.8	405.9	302.6	26.3
$v_6$	25.3	1.8	150.8	11.6	137.9	115.8	56.8
$v_7$	651.4	215.3	594.4	582.1	634.4	370.3	218.6

	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$	$v_6$	$v_7$
$v_1$	689.1	335.6	38.7	151.9	177.9	48.1	360.9
$v_2$	456.3	41.8	371.1	245.8	399.1	119.7	234.5
$v_3$	533.9	15.5	431.7	143.3	313.4	100.5	184.1
$v_4$	340.5	12.3	351.5	88.6	306.0	203.2	58.7
$v_5$	295.6	4.4	221.5	21.8	405.9	302.6	26.3
$v_6$	25.3	1.8	150.8	11.6	137.9	115.8	56.8
$v_7$	651.4	215.3	594.4	582.1	634.4	370.3	218.6

	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$	$v_6$	$v_7$
$v_1$	689.1	335.6	38.7	151.9	177.9	48.1	360.9
$v_2$	456.3	41.8	371.1	245.8	399.1	119.7	234.5
$v_3$	533.9	15.5	431.7	143.3	313.4	100.5	184.1
$v_4$	340.5	12.3	351.5	88.6	306.0	203.2	58.7
$v_5$	295.6	4.4	221.5	21.8	405.9	302.6	26.3
$v_6$	25.3	1.8	150.8	11.6	137.9	115.8	56.8
$v_7$	651.4	215.3	594.4	582.1	634.4	370.3	218.6

	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$	$v_6$	$v_7$
$v_1$	689.1	335.6	38.7	151.9	177.9	48.1	360.9
$v_2$	456.3	41.8	371.1	245.8	399.1	119.7	234.5
$v_3$	533.9	15.5	431.7	143.3	313.4	100.5	184.1
$v_4$	340.5	12.3	351.5	88.6	306.0	203.2	58.7
$v_5$	295.6	4.4	221.5	21.8	405.9	302.6	26.3
$v_6$	25.3	1.8	150.8	11.6	137.9	115.8	56.8
$v_7$	651.4	215.3	594.4	582.1	634.4	370.3	218.6

	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$	$v_6$	$v_7$
$v_1$	689.1	335.6	38.7	151.9	177.9	48.1	360.9
$v_2$	456.3	41.8	371.1	245.8	399.1	119.7	234.5
$v_3$	533.9	15.5	431.7	143.3	313.4	100.5	184.1
$v_4$	340.5	12.3	351.5	88.6	306.0	203.2	58.7
$v_5$	295.6	4.4	221.5	21.8	405.9	302.6	26.3
$v_6$	25.3	1.8	150.8	11.6	137.9	115.8	56.8
$v_7$	651.4	215.3	594.4	582.1	634.4	370.3	218.6

	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$	$v_6$	$v_7$
$v_1$	689.1	335.6	38.7	151.9	177.9	48.1	360.9
$v_2$	456.3	41.8	371.1	245.8	399.1	119.7	234.5
$v_3$	533.9	15.5	431.7	143.3	313.4	100.5	184.1
$v_4$	340.5	12.3	351.5	88.6	306.0	203.2	58.7
$v_5$	295.6	4.4	221.5</				

TABLA 3.22(A) ÍNDICES DE VALIDACIÓN HIDALGO (KOHONEN PROPUESTA 1)

	IND01	IND02	IND03	IND05	IND06	IND07	IND08	IND11	IND12	IND14	IND16	IND17	IND20	IND23	IND25	IND26	$s_i$						
$v_2$	46.9	76.7	23.8	48.7	21.7	31.6	76.7	77.7	2.0	11.7	92.4	69.0	17.1	1.8	14.2	12.7	34.3						
$v_3$	65.2	87.1	41.9	66.1	31.7	38.3	74.7	84.8	4.0	11.7	93.5	69.5	17.9	2.3	8.9	16.0	25.1						
$v_4$	83.2	88.1	34.1	90.5	52.4	46.8	53.1	92.1	8.4	12.0	92.7	66.4	17.9	2.9	13.0	15.2	17.3						
$v_5$	83.4	91.8	51.1	78.2	48.4	48.6	73.9	92.1	11.0	20.7	93.5	68.3	19.7	4.1	9.9	21.1	30.7						
$v_6$	92.1	97.1	75.6	94.3	76.0	56.4	82.2	96.1	19.9	31.0	94.7	72.7	24.8	6.7	4.9	23.8	22.4						
$v_7$	95.3	98.5	91.4	94.4	87.2	75.8	92.9	98.8	40.6	55.1	96.4	79.9	29.3	14.1	3.2	36.8	13.6						
$d(v_i, v_j)$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$	$v_6$	$v_7$	$s_1 + s_j$	$s_2$	$s_3$	$s_4$	$s_5$	$s_6$	$s_7$	$R_{ij}$	2	3	4	5	6	7	$max$		
$v_2$	-	36.4	72.9	68.3	110.4	144.8	$s_2$	59.5	59.5	51.6	65.1	56.7	47.9	2	-	1.6	0.7	1.0	0.5	0.3	1.63		
$v_3$	36.4	-	45.3	34.5	77.6	115.6	$s_3$	59.5	59.5	42.4	55.8	47.5	38.7	3	1.6	-	0.9	1.6	0.6	0.3	1.63		
$v_4$	72.9	45.3	-	32.3	64.4	105.5	$s_4$	51.6	42.4	55.8	48.0	39.7	30.9	4	0.7	0.9	-	1.5	0.6	0.3	1.49		
$v_5$	68.3	34.5	32.3	-	46.3	86.1	$s_5$	65.1	55.8	48.0	53.1	44.3	5	1.0	1.0	1.6	1.5	-	1.1	0.5	1.62		
$v_6$	110.4	77.6	64.4	46.3	-	46.8	$s_6$	56.7	47.5	39.7	53.1	36.0	6	0.5	0.5	0.6	0.6	1.1	-	0.8	1.15		
$v_7$	144.8	115.6	105.5	86.1	46.8	-	$s_7$	47.9	38.7	30.9	44.3	36.0	7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.8	-	0.77		
																						ÍNDICE DE 1.3618	
$var_2$	274	148	51	96	79	58	112	63	5	171	9	78	9	1	57	31							
$var_3$	130	29	41	93	49	17	193	9	14	47	2	24	3	0	21	6							
$var_4$	32	7	24	55	19	20	37	3	26	12	6	39	4	0	20	3							
$var_5$	128	17	98	229	194	24	116	14	47	81	2	23	9	2	23	27							
$var_6$	29	2	136	21	44	30	47	3	48	114	1	19	4	9	2	29							
$var_7$	2	0	11	3	6	2	1	0	34	2	0	5	6	13	1	100							
$var_{total}$	445	106	560	420	579	163	165	75	121	221	5	44	20	13	38	62							
$Var_i$																							
$  var_2  $	74.877	21.983	2.620	9.249	6.207	3.332	12.493	3.916	22	29.217	80	6.012	87	1	3.267	941							417
$  var_3  $	16.951	870	1.667	8.608	2.379	283	37.217	74	196	2.217	6	561	7	0	441	38							267
$  var_4  $	1.036	54	585	3.035	345	402	1.363	9	683	140	31	1.533	17	0	398	9							98
$  var_5  $	16.260	276	9.650	52.300	37.619	558	13.546	209	2.184	6.484	5	527	84	4	537	718							375
$  var_6  $	822	3	18.947	444	1.960	878	2.197	9	2.268	12.930	1	359	18	85	6	838							204
$  var_7  $	6	0	112	7	34	4	1	0	1.186	6	0	27	41	171	2	10.071							108
$  var_{total}  $	197.611	11.195	31.3050	176.813	335.409	26.522	27.097	5.631	14.571	48.978	24	1.973	408	156	1.466	3.835							1.079
																							0.2272
																							CLASES FORMADAS 6
																							KOHONEN Scatt (etiqueta 1) 0.2272



TABLA 3.22(C) ÍNDICES DE VALIDACIÓN HIDALGO (INEGI)

	IND01	IND02	IND03	IND05	IND06	IND07	IND08	IND11	IND12	IND14	IND16	IND17	IND20	IND23	IND25	IND26	$s_L$				
$v_1$	35.48	75.09	18.93	41.37	13.12	22.88	76.54	69.11	0.78	10.03	91.16	69.23	18.86	0.96	12.09	12.09	7.34	28.17			
$v_2$	50.47	79.66	28.92	51.19	22.83	34.67	77.63	79.95	1.94	11.12	93.24	70.29	16.34	1.84	14.22	13.43	33.16	33.16			
$v_3$	74.60	86.49	38.98	75.94	42.17	42.76	68.34	88.33	6.43	13.82	92.94	67.86	17.66	3.00	12.40	17.27	32.42	32.42			
$v_4$	88.04	93.32	54.05	87.44	61.22	50.48	71.10	94.02	12.99	20.82	93.85	68.21	21.31	4.30	7.69	20.51	25.82	25.82			
$v_5$	92.03	97.51	80.82	92.49	75.22	59.10	85.36	96.82	23.01	36.36	94.83	73.59	25.70	7.65	4.36	25.67	23.14	23.14			
$v_6$	95.62	98.84	91.94	95.32	87.49	75.10	93.42	98.83	43.44	54.83	96.31	80.95	30.24	15.46	2.77	40.51	11.31	11.31			
$d(v_i, v_j)$							$s_i + s_j$	$I$	2	3	5	6	7	$R_{ij}$	$I$	2	3	25.7			
$v_1$	-	29.2	71.3	103.2	133.7	165.4	$I$	-	61.3	60.6	54.0	51.3	39.5	2	-	2.1	0.8	0.8	2.104		
$v_2$	29.2	-	44.7	76.6	107.8	140.6	2	61.3	-	65.6	59.0	56.3	44.5	2	2.1	-	1.5	0.8	0.5	0.3	
$v_3$	71.3	44.7	-	34.5	72.2	108.6	3	60.6	65.6	-	58.2	55.6	43.7	3	0.8	1.5	-	1.7	0.8	0.4	
$v_4$	103.2	76.6	34.5	-	41.2	79.3	5	54.0	59.0	58.2	-	49.0	37.1	5	0.5	0.8	1.7	-	1.2	0.5	
$v_5$	133.7	107.8	72.2	41.2	-	41.7	6	51.3	56.3	55.6	49.0	-	34.4	6	0.4	0.5	0.8	1.2	-	0.8	
$v_6$	165.4	140.6	108.6	79.3	41.7	-	7	39.5	44.5	43.7	37.1	34.4	-	7	0.2	0.3	0.4	0.5	0.8	-	
$var_1$	111	146	50	122	20	10	147	27	1	133	3	23	7	0	0	23	2	2	0.2	0.2	0.826
$var_2$	227	135	126	70	52	35	120	39	2	173	11	93	8	1	75	14	14	14	0.4	0.2	1.104
$var_3$	187	62	105	202	119	34	241	12	18	51	4	33	4	1	26	15	15	15	0.5	0.3	1.688
$var_4$	71	15	144	142	148	26	85	3	28	31	2	20	6	2	8	16	16	16	0.5	0.5	1.688
$var_5$	39	2	68	109	185	39	16	2	41	121	0	18	3	9	1	30	30	30	0.5	0.5	1.688
$var_6$	3	0	13	0	7	1	0	0	13	3	0	3	5	10	1	77	77	77	0.8	0.8	1.188
$var_{total}$	445	106	560	420	579	163	165	75	121	221	5	44	20	13	38	62	62	62	1.2	1.2	0.826
$  var_i  $	12.377	21.451	2.520	14.931	398	95	21.524	752	1	17.588	11	510	56	0	528	5	305	305	0.4	0.4	0.826
$  var_i  $	51.309	18.196	15.952	4.833	2.695	1.251	14.405	1.512	2	30.028	117	8.650	57	0	5.632	198	393	393	0.5	0.5	1.188
$  var_i  $	34.817	3.880	11.103	40.811	14.115	1.134	58.085	152	335	2.650	13	1,076	15	1	685	232	411	411	0.5	0.5	1.188
$  var_i  $	5.086	224	20.632	20.257	22.041	6.74	7.144	11	763	961	4	397	35	2	58	255	280	280	0.5	0.5	1.188
$  var_i  $	1.544	3	4.658	11.862	34.333	1.531	2.51	2	1.691	14.736	2	337	9	84	1	930	268	268	0.5	0.5	1.188
$  var_i  $	9	0	163	0	56	0	0	0	1.73	8	0	7	28	94	1	5.992	81	81	0.5	0.5	1.188
$  var_{total}  $	197.611	11.155	313.050	176.813	335.409	26.522	27.097	5.631	14.571	48.978	24	1,973	408	156	1,466	3,635	1,079	1,079	0.8	0.8	0.826

INDICE DB 1.5997

CLASES FORMADAS 6

Inegi Scatt (Hidalgo) 0.2685

Var<sub>i</sub>







### 3.4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los índices de validación de los resultados obtenidos al aplicar ambas propuestas de etiquetamiento en la información socioeconómica de los municipios determinados, así como de la clasificación del INEGI, son los siguientes:

TABLA 3.24 VALORES DE LOS ÍNDICES POR ÁREA

AREA	DB			SCATT		
	PROP1	PROP2	INEGI	PROP1	PROP2	INEGI
HIDALGO	1.382	1.416	1.600	0.227	0.228	0.268
OAXACA	1.913	1.537	1.986	0.430	0.468	0.460
NACIONA	2.140	2.899	2.351	0.372	0.351	0.410

Antes de realizar las observaciones sobre los resultados obtenidos, cabe mencionar que los índices de validación son criterios de decisión que ayudan en la selección del método de clasificación más adecuado en una situación, dependiendo de la perspectiva con que cada uno analiza.

El índice DB mide la similitud promedio de cada grupo y el más similar a él o lo que es lo mismo, es la similaridad máxima entre todos los grupos formados. Por el tipo de información manejada, la cual está en un rango de 0 a 100, este índice está generalmente formado por los datos de clases inmediatas dentro de la agrupación.

Para el caso de Hidalgo el índice DB indica que la clasificación más adecuada fue la realizada con las redes de Kohonen con la primera propuesta de etiquetamiento. En este aspecto, coincide con el segundo índice de dispersión promedio (*Scatt*), el cual muestra el menor valor para esta opción.

En el caso de Oaxaca y de la clasificación de todo el país, hay diferencias en ambos índices en cuanto a la determinación de la opción de agrupamiento más adecuada<sup>59</sup>. En el caso específico de Oaxaca el índice DB determinó que la propuesta 1 tiene una mayor similaridad entre los grupos que la 2. Un dato importante también a considerar es el índice  $s_i$ , el cual es menor para la propuesta 1 a pesar de que finalmente el índice DB es mayor para esta opción. Esto quiere decir que el radio promedio de cada *cluster* es menor en esta propuesta; esto es ratificado por el índice *Scatt*, el cual mide la variabilidad de los datos y califica a la opción 1 como la mejor.

Por otro lado, en la opción 2 de etiquetamiento se clasificó a la información en Hidalgo y Oaxaca en un menor número de grupos que la opción 1. Este es un punto que influye en los resultados de los índices obtenidos.

Para el caso de la clasificación del país, el índice DB apunta hacia la opción 1, mientras que *Scatt* califica a la 2 como la más adecuada. Estas diferencias entre ambos índices pueden ser analizadas en el caso de esta clasificación mediante la visualización gráfica de los centroides formados en cada caso debido a que el número de *clusters* es en cada opción el mismo (para comparar sobre la misma base). Las siguientes son las gráficas de los centroides obtenidos usando ambas opciones de etiquetamiento:

<sup>59</sup> Ya que cada índice evalúa distintos aspectos de los grupos formados, como puede ser la distancia intra-clusters o qué tan compactos son éstos, es importante considerar ambos resultados para poder tomar una decisión sobre cuál finalmente será la clasificación considerada como la más adecuada..

FIGURA 3.11 (A) CENTROIDES DE LA PROPUESTA 1 DE ETIQUETAMIENTO

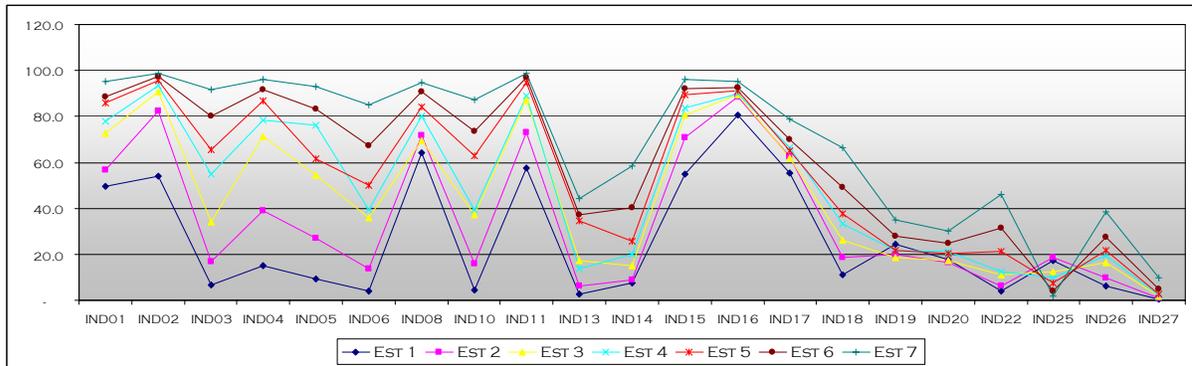


FIGURA 3.11 (B) CENTROIDES DE LA PROPUESTA 2 DE ETIQUETAMIENTO

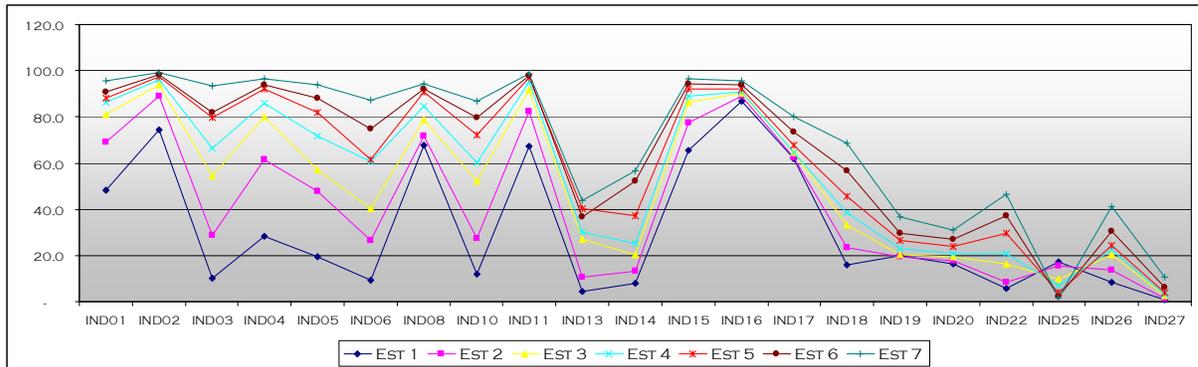
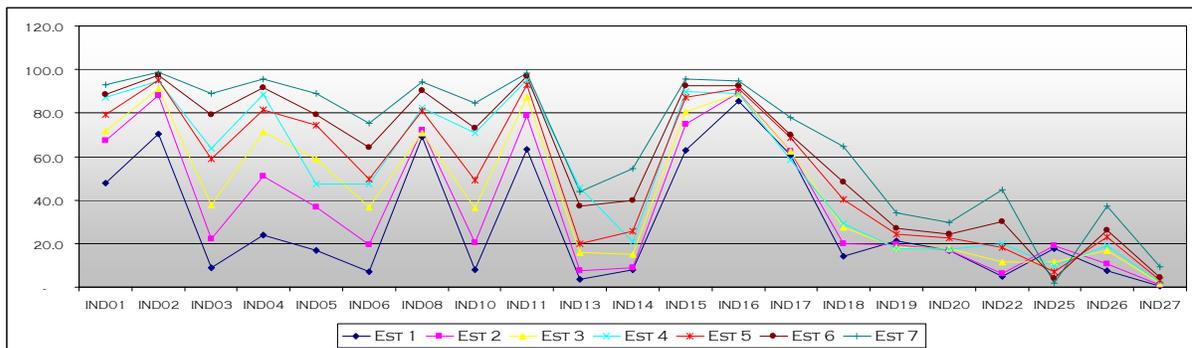


FIGURA 3.11 (C) CENTROIDES INEGI



Con base en lo reflejado por ambas gráficas, se observa que los centroides de la propuesta 1 tienen algunos cruces en los estratos 3 y 4. En el caso de la propuesta 2 los centroides están distanciados proporcionalmente y más separados desde el primer indicador. Esto puede llevar a la conclusión de que ésta es la opción de clasificación más adecuada.

La gráfica (b) mejora significativamente la ubicación promedio de cada indicador en cada uno de los 7 estratos con respecto a (c), por esto puede concluirse también que se logró el objetivo de obtener una mejor ubicación de los municipios clasificados en estratos medios, cuyo comportamiento promedio queda ahora mejor definido.

En una situación práctica, es recomendable calcular el valor de dos índices o más para validar los resultados, y así tomar en cuenta los distintos aspectos que cada uno evalúa. En el caso de esta Tesina los índices Db y Scatt, se usaron de manera complementaria para la búsqueda de la mejor partición de los datos estudiados. El resultado final depende de los valores de los índices, el tipo de información utilizada y el criterio del investigador.

Con base en lo observado, se harán ahora algunas observaciones sobre las dos opciones de etiquetamiento utilizadas, para saber qué puede esperarse de la red dependiendo de la información y del tipo de etiqueta manejado.

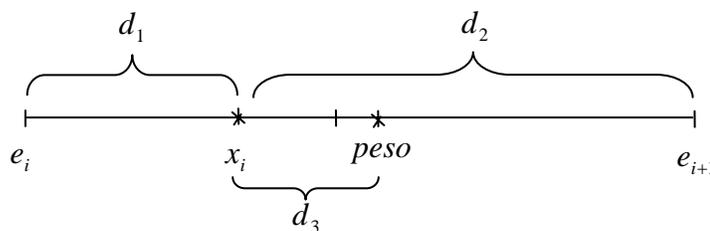
- Comportamiento de los pesos sinápticos.

Contrario a lo que se hubiera pensado, la propuesta 2 para etiquetar los datos en algunos casos resultó ser menos eficiente (de acuerdo a los índices de validación utilizados). Este criterio utilizado, a pesar de ser un solo vector óptimo por cada clase, y que gráficamente resultó más conveniente que los centroides reales de la información socioeconómica de México, tiene una mayor dispersión en los grupos formados a nivel estado.

Esto podría ser explicado de la siguiente manera: los pesos sinápticos, que son los representantes de cada clase, adquieren la etiqueta del vector prototipo más cercano, y a su vez, el vector del conjunto de entrenamiento adquiere la etiqueta del peso sináptico que le queda más cerca. Pero debido a que para cada clase, sólo se tiene un vector que la representa en el conjunto de etiquetamiento, los pesos no tienen oportunidades posteriores a la primera asignación de reafirmar esta ubicación del peso.

Lo anterior quiere decir que si un peso sináptico está ubicado a distancias casi iguales de dos de los vectores de etiquetamiento (supóngase  $e_i$  y  $e_{i+1}$ ), su etiqueta será la del más cercano (sea éste  $e_{i+1}$ ). A su vez, el vector de la información de entrada  $x_i$  obtendrá la etiqueta  $e_{i+1}$  del peso que esté más cerca, aunque en realidad le corresponda la etiqueta  $e_i$  por estar más próximo a ella ( $d(x_i, e_i) < d(x_i, e_{i+1})$ ). Esto se puede apreciar en la siguiente figura:

FIGURA 3.12 ASIGNACIÓN DE LAS ETIQUETAS



$$d_3 < d_1 < d_2$$

El criterio de pertenencia a una clase, equivale dentro de una red de Kohonen a un flujo de información que corre de los vectores de etiquetamiento a los pesos sinápticos y de éstos al conjunto de entrenamiento. En este caso, los pesos sinápticos constituyen un filtro entre la información de entrada (municipios) y los 7 vectores de etiquetamiento, no alcanzándose en algunas ocasiones y por determinadas razones, lo que podría ser la asignación óptima para cada vector de entrada.

La diferencia contra la propuesta 1, donde hay varios ejemplos de etiquetamiento para cada una de las clases, es que con cada ejemplo adicional por clase que se presenta a los pesos, se refuerza la pertenencia a ella, de tal manera que la asignación a una clase es resultado de confirmar en repetidas ocasiones que la distancia al conjunto de vectores de etiquetamiento sea la mínima posible. Este es un factor que debe tomarse en cuenta para explicar el hecho de que esta propuesta para la clasificación de los datos resultó más adecuada en algunos casos.

De esta observación se concluye que al utilizar redes de Kohonen para clasificación de datos es siempre conveniente utilizar varios ejemplos para cada una de las clases en las que se ha de dividir a la información de entrada.

- Tipo de información utilizada.

Cuando la información se le presenta a la red con una inclinación marcada hacia una de las clases en las que puede ser ubicada, los pesos sinápticos adquieren de igual forma con una mayor representatividad de la información preponderante representada por esa inclinación inicial<sup>60</sup>. Entonces, cuando se llega entonces a la fase de etiquetamiento, los vectores de entrada que están distantes de los que marcaron la tendencia de la información, no encontrarán pesos que los representen de una manera adecuada, ya que éstos representan de igual forma la distribución de la información preponderante de entrada. De esta forma, en el caso de Oaxaca y sobre todo con la propuesta 2, la clase más alta alcanzada fue la 5, no así con la propuesta 1 donde se alcanzó el estrato 6, siendo que el INEGI ubicó al municipio más alto en la clase 7.

Debido a este comportamiento de los pesos sinápticos, que representan la información de entrada con su misma tendencia, es recomendable que la información a clasificarse tenga representatividad abundante de todos los tipos de comportamiento existentes. Este requerimiento se cumple en la clasificación hecha a nivel nacional, donde hay suficientes ejemplos por cada estrato como para que los pesos sinápticos alcancen un valor adecuado que les permita representar a todas las clases posibles. Por ello en ese caso la mejor opción de clasificación utilizada fue la propuesta 2.

- Etiquetas.

Con relación a los vectores de etiquetamiento, debido a que se lleva a cabo una acumulación de las distancias entre los vectores de entrada y cada una de las etiquetas (matriz de etiquetamiento), se requiere para un correcto funcionamiento de la red, que cada etiqueta tenga el mismo número de vectores, para que no se ubique erróneamente a un vector en una clase por poseer ésta mayor número de ejemplos de etiquetamiento y contribuir de esta forma a aumentar su suma final.

---

<sup>60</sup> Esto puede ser visto en los mapas formados de la sección 3.3.3

De esta manera se concluye el análisis de los puntos más importantes a considerar en la construcción de una red de Kohonen, y en concreto sobre los resultados obtenidos en esta investigación.

Un mapa auto-organizado o mapa de Kohonen es un método de aprendizaje no supervisado para la clasificación de patrones, con el cual es posible obtener una representación de baja dimensionalidad para problemas cuyos vectores de entrada usualmente se ubican en espacios superiores. Este método se puede situar en el contexto de las redes neuronales que emplean mecanismos de aprendizaje de tipo competitivo. En la práctica, estas redes han probado su efectividad en la solución de múltiples problemas. Algunos ejemplos de su efectiva aplicación se encuentran en bioquímica, en la predicción de estructura secundaria de proteínas; en bibliometría; estudios de mercado; análisis financieros; control de calidad, etc.

Además de la clara apreciación visual que es posible obtener con los mapas de Kohonen, también es posible apreciar en qué proporción están distribuidas las clases en la información, dependiendo de las tonalidades de las neuronas en el mapa. Cuando se requiere mayor especificidad en la representación de las clases, la apreciación visual de los mapas de Kohonen mejora al considerar un mayor número de neuronas. Este número se define en función del número de clases y la cantidad de información disponible, aunque su determinación no es relevante en términos del poder de clasificación de la red, si influye en el tiempo de convergencia del algoritmo.

En el presente trabajo se emplean mapas de Kohonen para la solución del problema de clasificación de niveles socioeconómicos en México. En particular, se proponen dos opciones de clasificación socioeconómica de los estados de Hidalgo y Oaxaca, así como del total de los municipios de México. Clasificaciones distintas fueron publicadas por el INEGI en el año 2004 en su producto *Regiones Socioeconómicas de México*. En dicho estudio se clasificó en 7 estratos a los 3 niveles geográficos considerados, tomando en cuenta algunos indicadores relacionados con niveles de bienestar.

La información estudiada corresponde a las variables sociales y económicas de México, relacionadas con los temas de vivienda, educación, salud y empleo. El interés por utilizar esta información, fue analizar el nivel socioeconómico del país en las distintas áreas geográficas, conocer las graves carencias con las que desgraciadamente muchos mexicanos viven en incontables comunidades en todo el país, y estudiar la efectividad de un mecanismo alternativo de clasificación que permitiera una mejor visualización de la información y con criterios de decisión más apegados a la realidad, en comparación con la clasificación obtenida por el INEGI en su estudio.

Un aspecto importante que se abordó en esta investigación fue la necesidad de contar con un criterio de agrupamiento de los datos para efectuar la interpretación de los pesos sinápticos, que son los que finalmente atraen a toda la información de entrada. En ciertas aplicaciones, esta información puede obtenerse por estudios previos o por medio de la experiencia del usuario o investigador.

Derivado de lo anterior, se diseñaron dos propuestas de etiquetamiento con base en las características observadas en la información. La primera propuesta incluyó a 8 vectores

para cada una de las 7 clases en las que se agruparía la información, la segunda propuesta solamente consideró un vector para representar cada estrato. Los resultados de cada clasificación fueron analizados y comparados entre sí y contra lo propuesto por el INEGI.

Uno de los inconvenientes de los métodos no supervisados es la dificultad en la validación de los resultados. ya que por su naturaleza, generalmente no es posible saber con certeza el grado de error cometido por el algoritmo de aprendizaje. Por ello, en la literatura se sugieren varias alternativas que permiten definir criterios fundados y razonables en ese sentido. Por ejemplo, el índice dispersión promedio (*Scatt*) tiene la ventaja de ser invariante al número de grupos formados, lo que lo hace muy eficiente y recomendable en su uso. Particularmente, en los términos en los que se realizaron las clasificaciones de este trabajo, donde no se fijó como objetivo cambiar el número de grupos en los que se clasificarían los municipios con respecto a la clasificación hecha por el INEGI. Otro criterio empleado fue el índice DB.

En cuanto a los resultados obtenidos, sobresale el hecho de que a nivel nacional, utilizando la propuesta 2 de etiquetamiento, se obtuvo una mejor clasificación de los municipios, ya que a diferencia de la propuesta del INEGI, se obtiene una mejor ubicación de los centroides por cada clase y se corrigen sobre todo los cruces en las clases medias. Esto quiere decir que se logró la formación de centroides lo más separado posibles entre sí, agrupando por lo tanto éstos de una mejor forma a todos los municipios del país.

Este resultado demuestra que bajo las condiciones adecuadas, una red de Kohonen, además de brindar una mejor representación de los resultados, resulta ser muy eficiente para clasificar información, lo que confirma una de las principales premisas de esta Tesina en el sentido de proponer una alternativa eficiente de clasificación de datos.

En el caso concreto de este trabajo, fueron varios los factores que influyeron en los resultados obtenidos, entre éstos están la variación en el número de grupos para una misma área dependiendo de la propuesta de clasificación utilizada, la cantidad de la información de entrada y la tendencia o inclinación que ésta posea.

Finalmente, puede concluirse que los mapas de Kohonen son una herramienta muy útil en el análisis de información, con numerosas aplicaciones en problemas prácticos.

Por los resultados obtenidos en este trabajo y por las distintas aplicaciones y usos de las redes de Kohonen, se propone su aplicación para abordar problemas del mundo real, donde el conocimiento del fenómeno bajo estudio y el uso de criterios razonables de validación, permiten mejorar las capacidades de la red y, con ello, facilitar la toma de decisiones.

TABLA A	MATRIZ DE CORRELACIÓN ENTRE INDICADORES (HIDALGO, 2000)
TABLA B	MATRIZ DE CORRELACIÓN ENTRE INDICADORES (NACIONAL, 2000)
TABLA C	PESOS SINÁPTICOS FINALES (PROPUESTA 1, HIDALGO 2000)
TABLA D	PESOS SINÁPTICOS FINALES (PROPUESTA 2, HIDALGO 2000)
TABLA E	PESOS SINÁPTICOS FINALES (PROPUESTA 1, MÉXICO 2000)
TABLA F	PESOS SINÁPTICOS FINALES (PROPUESTA 2, MÉXICO 2000)
TABLA G	ETIQUETAS OAXACA (PROPUESTA 1)
TABLA H	ETIQUETAS OAXACA (PROPUESTA 2)
TABLA I	ETIQUETAS HIDALGO (PROPUESTA 1)
TABLA J	ETIQUETAS HIDALGO (PROPUESTA 2)
TABLA K	ETIQUETAS NACIONAL (PROPUESTA 1)
TABLA L	ETIQUETAS NACIONAL (PROPUESTA 2)
TABLA M	CLASIFICACIÓN OAXACA CON REDES DE KOHONEN (INEGI 2000)
TABLA N	CLASIFICACIÓN HIDALGO CON REDES DE KOHONEN (INEGI 2000)
TABLA O	CLASIFICACIÓN NACIONAL CON REDES DE KOHONEN (INEGI 2000)

TABLA A MATRIZ DE CORRELACIÓN ENTRE INDICADORES (HIDALGO, 2000)

	IND01	IND02	IND03	IND04	IND05	IND06	IND07	IND08	IND09	IND10	IND11	IND12	IND13	IND14	IND15	IND16	IND17	IND18	IND19	IND20	IND21	IND22	IND23	IND24	IND25	IND26	IND27
IND01	1.00	0.56	0.74	0.83	0.79	0.77	0.70	0.02	0.80	0.70	0.78	0.62	0.78	0.41	0.86	0.35	0.69	0.67	0.53	0.57	0.41	0.60	0.50	0.78	0.54	0.54	0.52
IND02	0.56	1.00	0.66	0.64	0.69	0.71	0.71	0.11	0.72	0.74	0.76	0.56	0.64	0.49	0.70	0.42	0.34	0.70	0.47	0.58	0.43	0.63	0.54	0.67	0.32	0.56	0.51
IND03	0.74	0.66	1.00	0.76	0.67	0.80	0.81	0.50	0.86	0.84	0.75	0.80	0.73	0.67	0.81	0.44	0.31	0.85	0.68	0.80	0.68	0.80	0.70	0.85	0.63	0.69	0.74
IND04	0.83	0.64	0.76	1.00	0.87	0.88	0.84	0.07	0.90	0.86	0.90	0.73	0.88	0.56	0.93	0.26	0.04	0.71	0.53	0.62	0.45	0.74	0.62	0.86	0.55	0.62	0.62
IND05	0.79	0.69	0.67	0.87	1.00	0.91	0.78	0.09	0.81	0.76	0.81	0.58	0.77	0.44	0.84	0.34	0.17	0.66	0.52	0.54	0.35	0.67	0.57	0.78	0.45	0.53	0.52
IND06	0.77	0.71	0.80	0.88	0.91	1.00	0.86	0.15	0.92	0.87	0.84	0.74	0.86	0.59	0.87	0.39	0.27	0.81	0.63	0.69	0.50	0.83	0.73	0.86	0.50	0.64	0.67
IND07	0.70	0.71	0.81	0.84	0.78	0.86	1.00	0.28	0.83	0.91	0.83	0.80	0.83	0.73	0.88	0.52	0.40	0.85	0.56	0.67	0.50	0.85	0.78	0.80	0.42	0.71	0.77
IND08	0.02	0.11	0.50	0.07	0.09	0.15	1.00	0.28	0.18	0.22	0.03	0.38	0.08	0.47	0.18	0.30	0.35	0.38	0.28	0.40	0.46	0.32	0.34	0.19	0.23	0.28	0.40
IND09	0.80	0.72	0.86	0.90	0.81	0.92	0.83	0.18	1.00	0.92	0.87	0.84	0.90	0.68	0.91	0.33	0.19	0.86	0.74	0.82	0.64	0.85	0.71	0.96	0.63	0.68	0.70
IND10	0.70	0.74	0.84	0.86	0.76	0.87	0.81	0.22	0.92	1.00	0.87	0.88	0.90	0.75	0.86	0.42	0.30	0.86	0.68	0.78	0.59	0.92	0.81	0.91	0.55	0.76	0.80
IND11	0.78	0.76	0.75	0.80	0.81	0.84	0.83	0.03	0.87	0.87	1.00	0.71	0.87	0.48	0.89	0.27	0.06	0.71	0.52	0.60	0.43	0.74	0.61	0.86	0.43	0.68	0.61
IND12	0.62	0.56	0.80	0.73	0.58	0.74	0.80	0.38	0.84	0.88	0.71	1.00	0.84	0.75	0.76	0.33	0.30	0.87	0.78	0.84	0.72	0.87	0.84	0.85	0.58	0.78	0.87
IND13	0.78	0.64	0.73	0.88	0.77	0.86	0.83	0.08	0.90	0.90	0.87	0.84	1.00	0.61	0.87	0.27	0.12	0.79	0.65	0.69	0.50	0.83	0.75	0.89	0.52	0.73	0.72
IND14	0.41	0.49	0.67	0.56	0.44	0.59	0.73	0.47	0.68	0.75	0.48	0.75	0.61	1.00	0.62	0.41	0.44	0.78	0.63	0.74	0.62	0.80	0.70	0.72	0.56	0.60	0.73
IND15	0.86	0.70	0.81	0.93	0.84	0.87	0.88	0.18	0.91	0.86	0.89	0.76	0.87	0.62	1.00	0.41	0.18	0.81	0.59	0.67	0.50	0.79	0.67	0.89	0.54	0.69	0.69
IND16	0.35	0.42	0.44	0.26	0.34	0.39	0.52	0.30	0.33	0.42	0.27	0.33	0.27	0.41	0.41	1.00	0.86	0.63	0.21	0.31	0.17	0.43	0.41	0.27	0.11	0.43	0.43
IND17	0.09	0.34	0.31	0.04	0.17	0.27	0.40	0.35	0.19	0.30	0.06	0.30	0.12	0.44	0.18	0.86	1.00	0.57	0.33	0.32	0.21	0.42	0.46	0.14	0.02	0.41	0.46
IND18	0.67	0.70	0.85	0.71	0.66	0.81	0.85	0.38	0.86	0.88	0.71	0.87	0.79	0.78	0.81	0.63	0.59	1.00	0.76	0.86	0.69	0.91	0.83	0.85	0.57	0.81	0.85
IND19	0.53	0.47	0.68	0.53	0.52	0.63	0.56	0.28	0.74	0.68	0.52	0.78	0.65	0.63	0.59	0.21	0.23	0.76	1.00	0.91	0.88	0.69	0.62	0.79	0.59	0.60	0.66
IND20	0.57	0.58	0.80	0.62	0.54	0.69	0.67	0.40	0.82	0.78	0.60	0.84	0.69	0.74	0.67	0.31	0.32	0.86	0.91	1.00	0.93	0.80	0.72	0.85	0.66	0.63	0.75
IND21	0.41	0.43	0.68	0.45	0.38	0.50	0.46	0.64	0.59	0.43	0.72	0.50	0.62	0.50	0.50	0.17	0.21	0.69	0.88	0.93	1.00	0.59	0.54	0.69	0.57	0.45	0.58
IND22	0.60	0.63	0.80	0.74	0.67	0.83	0.85	0.32	0.85	0.92	0.74	0.87	0.83	0.80	0.79	0.43	0.42	0.91	0.69	0.80	0.80	0.92	0.87	0.87	0.59	0.82	0.89
IND23	0.50	0.54	0.70	0.62	0.57	0.73	0.78	0.34	0.71	0.81	0.61	0.84	0.75	0.70	0.67	0.41	0.46	0.83	0.62	0.72	0.54	0.92	1.00	0.72	0.48	0.81	0.93
IND24	0.78	0.67	0.85	0.86	0.78	0.86	0.80	0.19	0.96	0.91	0.86	0.85	0.89	0.72	0.89	0.27	0.14	0.85	0.79	0.85	0.69	0.87	0.72	1.00	0.69	0.69	0.73
IND25	0.54	0.32	0.63	0.55	0.45	0.50	0.42	0.23	0.63	0.55	0.43	0.58	0.52	0.56	0.54	0.11	0.02	0.57	0.59	0.57	0.57	0.59	0.48	0.69	1.00	0.48	0.52
IND26	0.54	0.56	0.69	0.62	0.53	0.64	0.71	0.28	0.68	0.76	0.68	0.78	0.73	0.60	0.69	0.43	0.41	0.81	0.60	0.63	0.45	0.82	0.81	0.69	0.48	1.00	0.86
IND27	0.52	0.51	0.74	0.62	0.52	0.67	0.77	0.40	0.70	0.80	0.61	0.87	0.72	0.73	0.69	0.43	0.46	0.85	0.66	0.75	0.58	0.89	0.93	0.73	0.52	0.86	1.00

TABLA B MATRIZ DE CORRELACIÓN ENTRE INDICADORES (NACIONAL, 2000)

	IND01	IND02	IND03	IND04	IND05	IND06	IND07	IND08	IND09	IND10	IND11	IND12	IND13	IND14	IND15	IND16	IND17	IND18	IND19	IND20	IND21	IND22	IND23	IND24	IND25	IND26	IND27
IND01	1.00	0.51	0.55	0.57	0.41	0.45	0.50	0.30	0.51	0.47	0.47	0.41	0.45	0.35	0.51	0.26	0.13	0.42	0.24	0.36	0.33	0.39	0.35	0.48	(0.25)	0.34	0.32
IND02	0.51	1.00	0.51	0.61	0.52	0.51	0.49	0.29	0.54	0.51	0.65	0.41	0.36	0.32	0.52	0.35	0.17	0.45	0.17	0.30	0.26	0.37	0.31	0.48	(0.26)	0.38	0.34
IND03	0.55	0.51	1.00	0.73	0.63	0.64	0.76	0.49	0.85	0.80	0.69	0.76	0.65	0.53	0.69	0.29	0.26	0.74	0.30	0.57	0.41	0.75	0.69	0.81	(0.49)	0.68	0.65
IND04	0.57	0.61	0.73	1.00	0.70	0.70	0.74	0.29	0.82	0.79	0.81	0.63	0.68	0.55	0.77	0.39	0.23	0.68	0.16	0.44	0.32	0.65	0.58	0.77	(0.44)	0.63	0.54
IND05	0.41	0.52	0.63	0.70	1.00	0.72	0.49	0.27	0.66	0.55	0.64	0.59	0.36	0.46	0.51	0.27	0.22	0.62	0.29	0.52	0.41	0.54	0.49	0.66	(0.41)	0.55	0.53
IND06	0.45	0.51	0.64	0.70	0.72	1.00	0.58	0.26	0.73	0.61	0.67	0.63	0.52	0.49	0.57	0.31	0.19	0.63	0.25	0.40	0.26	0.59	0.53	0.66	(0.36)	0.57	0.56
IND07	0.50	0.49	0.76	0.74	0.49	0.58	1.00	0.48	0.81	0.86	0.75	0.73	0.80	0.56	0.76	0.40	0.29	0.68	0.21	0.41	0.34	0.73	0.69	0.76	(0.36)	0.63	0.60
IND08	0.30	0.29	0.49	0.29	0.27	0.26	0.48	1.00	0.46	0.41	0.38	0.45	0.37	0.33	0.45	0.32	0.24	0.44	0.22	0.40	0.37	0.40	0.39	0.42	(0.22)	0.32	0.37
IND09	0.51	0.54	0.85	0.82	0.66	0.73	0.81	0.46	1.00	0.89	0.81	0.80	0.79	0.62	0.78	0.32	0.24	0.79	0.26	0.55	0.36	0.82	0.73	0.91	(0.52)	0.73	0.67
IND10	0.47	0.51	0.80	0.79	0.55	0.61	0.86	0.41	0.89	1.00	0.76	0.80	0.84	0.65	0.74	0.33	0.25	0.71	0.18	0.45	0.31	0.82	0.75	0.86	(0.49)	0.69	0.64
IND11	0.47	0.65	0.69	0.81	0.64	0.67	0.75	0.38	0.81	0.76	1.00	0.62	0.66	0.49	0.76	0.36	0.18	0.65	0.16	0.39	0.30	0.62	0.53	0.76	(0.36)	0.61	0.52
IND12	0.41	0.41	0.76	0.63	0.59	0.63	0.73	0.45	0.80	0.80	0.62	1.00	0.71	0.64	0.63	0.31	0.32	0.80	0.39	0.62	0.44	0.87	0.88	0.82	(0.46)	0.73	0.83
IND13	0.45	0.36	0.65	0.68	0.36	0.52	0.80	0.37	0.79	0.84	0.66	0.71	1.00	0.51	0.68	0.22	0.07	0.55	0.12	0.32	0.21	0.73	0.68	0.74	(0.35)	0.50	0.47
IND14	0.35	0.32	0.53	0.55	0.46	0.49	0.56	0.33	0.62	0.65	0.49	0.64	0.51	1.00	0.52	0.33	0.37	0.68	0.29	0.56	0.41	0.70	0.65	0.70	(0.45)	0.57	0.62
IND15	0.51	0.52	0.69	0.77	0.51	0.57	0.76	0.45	0.78	0.74	0.76	0.63	0.68	0.52	1.00	0.54	0.31	0.73	0.19	0.49	0.37	0.65	0.59	0.75	(0.34)	0.62	0.56
IND16	0.26	0.35	0.29	0.39	0.27	0.31	0.40	0.32	0.32	0.33	0.36	0.31	0.22	0.33	0.54	1.00	0.79	0.58	0.19	0.32	0.28	0.33	0.32	0.33	(0.16)	0.40	0.37
IND17	0.13	0.17	0.26	0.23	0.22	0.19	0.29	0.24	0.24	0.25	0.18	0.32	0.07	0.37	0.31	0.79	1.00	0.63	0.25	0.40	0.30	0.35	0.38	0.30	(0.24)	0.49	0.48
IND18	0.42	0.45	0.74	0.68	0.62	0.63	0.68	0.44	0.79	0.71	0.65	0.80	0.55	0.68	0.73	0.58	0.63	1.00	0.38	0.71	0.48	0.83	0.80	0.82	(0.49)	0.85	0.84
IND19	0.24	0.17	0.30	0.16	0.29	0.25	0.21	0.22	0.26	0.18	0.16	0.39	0.12	0.29	0.19	0.19	0.25	0.38	1.00	0.71	0.79	0.32	0.33	0.37	(0.09)	0.26	0.39
IND20	0.36	0.30	0.57	0.44	0.52	0.40	0.41	0.40	0.55	0.45	0.39	0.62	0.32	0.56	0.49	0.32	0.40	0.71	0.71	1.00	0.90	0.59	0.59	0.68	(0.42)	0.53	0.64
IND21	0.33	0.26	0.41	0.32	0.41	0.26	0.34	0.37	0.36	0.31	0.30	0.44	0.21	0.41	0.37	0.28	0.30	0.48	0.79	0.90	1.00	0.35	0.38	0.49	(0.23)	0.29	0.42
IND22	0.39	0.37	0.75	0.65	0.54	0.59	0.73	0.40	0.82	0.82	0.62	0.87	0.73	0.70	0.65	0.33	0.35	0.83	0.32	0.59	0.35	1.00	0.94	0.88	(0.50)	0.79	0.82
IND23	0.35	0.31	0.69	0.58	0.49	0.53	0.69	0.39	0.73	0.75	0.53	0.88	0.68	0.65	0.59	0.32	0.38	0.80	0.33	0.59	0.38	0.94	1.00	0.78	(0.46)	0.77	0.87
IND24	0.48	0.48	0.81	0.77	0.66	0.66	0.76	0.42	0.91	0.86	0.76	0.82	0.74	0.70	0.75	0.33	0.30	0.82	0.37	0.68	0.49	0.88	0.78	1.00	(0.60)	0.75	0.71
IND25	(0.25)	(0.26)	(0.49)	(0.44)	(0.41)	(0.36)	(0.36)	(0.22)	(0.52)	(0.49)	(0.36)	(0.46)	(0.35)	(0.45)	(0.34)	(0.16)	(0.24)	(0.49)	(0.09)	(0.42)	(0.23)	(0.50)	(0.46)	(0.60)	(1.00)	(0.48)	(0.44)
IND26	0.34	0.38	0.68	0.63	0.55	0.57	0.63	0.32	0.73	0.69	0.61	0.73	0.50	0.57	0.62	0.40	0.49	0.85	0.26	0.53	0.29	0.79	0.77	0.75	(0.48)	1.00	0.84
IND27	0.32	0.34	0.65	0.54	0.53	0.56	0.60	0.37	0.67	0.64	0.52	0.83	0.47	0.62	0.56	0.37	0.48	0.84	0.39	0.64	0.42	0.82	0.87	0.71	(0.44)	0.84	1.00

TABLA C PESOS SINÁPTICOS FINALES (PROPUESTA 1, HIDALGO 2000)

NEURONA	IND01	IND02	IND03	IND05	IND06	IND07	IND08	IND11	IND12	IND14	IND16	IND17	IND20	IND23	IND25	IND26
1-1	85.8	95.5	68.3	57.9	31.5	48.8	80.8	94.0	12.4	22.9	93.9	68.0	20.2	3.1	11.9	22.3
1-2	75.1	86.7	43.6	64.2	35.3	44.5	85.2	88.3	9.9	21.3	93.3	69.6	18.8	4.0	10.9	21.5
1-3	55.9	85.7	45.4	57.4	26.6	34.2	83.3	82.7	1.8	8.3	94.7	73.0	17.9	2.1	9.1	16.9
1-4	57.4	64.7	26.1	37.7	12.6	26.3	77.3	71.6	1.4	4.8	92.6	68.7	18.2	1.1	11.8	9.0
1-5	28.9	81.3	19.1	47.4	19.2	32.1	79.7	73.8	1.0	18.9	92.7	72.8	17.6	1.3	18.1	9.6
2-1	84.9	94.0	63.0	80.6	54.7	54.2	87.6	93.7	20.2	32.8	91.7	64.9	25.0	4.8	3.5	19.6
2-2	89.3	89.5	54.0	75.6	40.2	50.5	80.4	92.8	7.7	21.6	94.4	63.9	20.9	3.5	7.4	18.6
2-3	62.6	89.8	40.0	66.4	35.7	41.5	83.6	83.9	2.0	6.7	93.3	69.9	16.8	1.9	11.1	13.4
2-4	66.2	71.8	26.1	59.0	32.0	34.6	78.7	83.0	3.3	8.6	91.8	63.9	15.1	2.0	10.0	15.3
2-5	45.8	88.7	26.6	54.2	26.8	34.3	68.9	86.7	3.4	11.0	91.9	67.8	16.7	3.4	14.8	20.1
3-1	95.1	97.4	85.8	93.4	73.2	52.7	87.8	96.9	20.9	27.1	93.9	68.2	25.5	4.9	4.4	21.9
3-2	90.9	95.1	68.5	89.2	66.6	55.8	80.2	95.7	21.2	28.0	95.1	72.2	24.6	5.3	4.4	23.7
3-3	86.3	93.0	50.6	77.8	52.1	43.2	65.5	93.4	15.1	19.7	91.5	62.7	20.6	3.7	6.5	18.0
3-4	78.5	90.1	37.2	77.5	35.6	40.4	63.9	86.9	7.5	22.7	92.8	67.0	17.6	3.1	5.3	18.3
3-5	71.1	80.0	42.3	68.3	33.1	39.9	54.2	88.8	8.1	9.9	91.3	63.3	20.2	2.2	11.9	15.1
4-1	96.0	98.2	89.0	92.9	79.0	61.7	88.3	97.5	26.6	35.7	94.7	75.0	26.7	9.3	4.5	27.5
4-2	95.0	97.5	76.8	97.5	78.1	55.7	83.5	94.8	16.5	24.6	96.2	78.5	22.6	7.8	5.6	30.8
4-3	91.0	93.4	57.6	97.3	60.1	53.1	72.0	92.0	11.1	18.1	94.0	72.2	20.3	4.9	10.0	20.3
4-4	73.5	90.3	47.4	89.4	59.5	50.1	63.6	94.2	12.0	17.0	93.3	67.6	18.7	4.8	8.3	24.1
4-5	78.9	86.2	35.7	83.7	53.5	44.7	57.8	92.0	10.0	12.8	92.9	66.0	17.5	3.3	14.6	16.1
5-1	95.3	98.4	91.3	94.4	87.2	75.8	92.9	98.8	40.5	55.1	96.4	79.9	29.3	14.0	3.2	36.7
5-2	87.4	97.3	71.4	96.9	80.4	60.7	81.1	96.7	21.3	46.3	94.6	74.0	25.9	8.4	3.9	22.0
5-3	88.9	96.6	58.1	96.1	76.9	51.9	70.9	93.6	11.3	20.2	95.0	72.4	22.2	4.8	7.0	21.4
5-4	92.1	94.6	43.8	94.4	63.5	49.4	63.1	92.1	8.0	18.7	94.5	70.8	19.0	4.3	11.8	19.7
5-5	87.5	90.1	32.6	97.4	51.3	48.9	48.4	92.2	6.8	11.1	92.6	66.8	18.3	2.5	11.3	14.4

TABLA D PESOS SINÁPTICOS FINALES (PROPUESTA 2, HIDALGO 2000)

NEURONA	IND01	IND02	IND03	IND05	IND06	IND07	IND08	IND11	IND12	IND14	IND16	IND17	IND20	IND23	IND25	IND26
1-1	27.3	87.8	14.9	45.9	17.9	30.9	77.8	73.3	0.7	15.0	93.6	76.9	18.0	1.3	21.2	9.3
1-2	48.2	60.9	26.0	39.1	14.2	26.0	80.6	70.8	2.0	17.1	90.9	65.4	17.9	1.2	10.1	9.4
1-3	66.6	70.2	27.9	43.4	13.0	29.9	75.8	71.8	1.3	5.7	95.1	74.5	18.8	1.1	12.1	9.3
1-4	60.7	88.3	48.1	58.8	24.9	34.6	81.2	81.7	1.6	8.7	95.0	75.4	18.0	1.9	6.8	16.0
1-5	82.1	87.4	51.7	68.0	27.1	41.5	89.4	84.0	4.9	17.1	95.1	73.4	17.9	2.6	12.5	15.8
1-6	91.7	89.8	55.8	63.8	38.0	45.9	79.3	92.7	7.9	15.0	93.3	63.8	19.2	2.4	12.8	18.3
2-1	46.5	88.6	23.3	53.5	25.4	32.4	66.6	86.8	2.3	6.9	91.1	64.5	15.4	2.8	17.5	17.6
2-2	39.8	73.5	29.5	53.0	26.9	38.6	83.5	82.8	0.5	4.0	89.0	56.6	15.0	1.3	11.6	9.7
2-3	64.8	70.3	33.1	58.2	32.2	36.2	84.5	84.5	5.7	10.6	92.3	66.4	17.0	2.5	15.8	17.9
2-4	54.6	86.7	39.0	61.1	32.4	42.0	82.5	84.8	7.3	26.0	94.3	76.0	19.5	4.9	6.5	25.3
2-5	72.7	90.6	53.2	65.3	34.7	45.9	84.7	89.0	12.5	26.4	94.0	71.7	21.1	4.2	7.1	22.5
2-6	76.7	97.7	68.8	54.9	26.0	52.9	83.4	97.1	26.0	41.1	94.7	71.9	25.0	5.5	4.5	32.1
3-1	66.7	76.5	24.5	60.2	35.1	32.0	73.3	81.8	2.6	8.6	93.7	67.3	14.5	2.2	8.8	16.3
3-2	58.2	88.8	33.6	69.2	39.9	43.6	84.5	86.1	1.1	5.6	93.0	66.1	15.9	2.2	11.5	14.0
3-3	61.8	90.1	45.3	65.0	40.7	49.6	80.8	91.7	8.7	19.6	92.0	66.6	17.4	5.1	12.5	22.7
3-4	70.5	90.1	50.7	72.8	46.7	48.9	81.3	90.7	13.6	27.5	93.4	70.3	21.4	4.8	6.9	23.0
3-5	84.5	94.1	62.8	82.2	56.6	54.5	87.3	93.9	20.8	34.5	91.8	65.3	25.3	4.9	3.1	19.5
3-6	94.6	97.6	83.1	89.3	67.2	48.2	89.1	97.1	23.3	20.4	93.6	64.9	24.4	4.6	4.4	18.6
4-1	81.0	86.9	37.9	68.9	32.9	39.2	55.5	88.5	9.8	16.8	92.2	65.3	19.9	2.8	7.8	17.6
4-2	68.4	85.8	42.0	84.6	39.9	43.0	68.7	86.4	4.8	19.9	92.5	66.2	16.2	2.9	7.3	16.6
4-3	63.6	91.4	48.8	90.6	57.4	52.0	63.9	95.0	10.2	20.8	93.2	68.2	18.6	5.5	7.6	27.2
4-4	88.2	94.5	63.1	86.4	62.2	54.8	77.5	95.4	21.8	30.3	95.1	71.1	24.4	4.2	4.3	24.2
4-5	87.7	96.4	70.8	93.1	71.0	57.1	80.5	96.8	20.1	43.4	94.1	70.3	26.4	5.5	3.8	20.2
4-6	94.9	97.3	86.2	94.0	74.2	54.0	87.4	96.9	20.4	29.1	94.0	69.0	25.8	5.0	4.3	22.8
5-1	78.5	85.4	34.3	83.5	53.9	45.5	56.6	91.6	10.0	12.3	93.0	66.7	16.5	3.4	16.5	15.6
5-2	82.9	89.3	45.0	83.4	53.7	44.9	62.1	93.0	14.7	15.9	92.2	63.5	19.3	4.2	8.1	19.6
5-3	79.6	94.9	51.1	91.9	69.7	47.7	66.7	94.7	11.0	17.9	94.5	70.3	22.2	3.6	6.4	19.4
5-4	90.5	94.9	68.4	92.4	72.3	55.9	80.0	95.1	22.7	21.9	95.4	73.7	24.2	7.5	5.4	27.8
5-5	94.9	97.5	77.1	97.3	78.1	55.9	83.7	94.9	16.9	25.2	96.2	78.4	22.7	7.9	5.5	30.6
5-6	95.9	98.2	89.0	92.9	79.0	61.7	88.3	97.5	26.6	35.7	94.7	75.0	26.7	9.3	4.5	27.5
6-1	87.5	90.1	32.7	97.3	51.4	48.9	48.4	92.2	6.8	11.1	92.6	66.8	18.3	2.5	11.3	14.4
6-2	92.1	94.6	43.8	94.3	63.5	49.4	63.1	92.1	8.0	18.7	94.5	70.8	19.0	4.3	11.8	19.7
6-3	91.4	95.6	57.3	96.0	70.4	51.6	71.1	92.2	11.7	18.6	94.9	73.4	22.0	5.4	8.7	23.2
6-4	93.9	98.1	68.7	98.0	83.8	58.2	77.1	95.7	9.9	30.6	93.8	70.1	21.8	4.6	5.6	16.7
6-5	86.7	97.6	74.0	98.5	86.2	65.4	84.3	97.1	25.0	48.2	95.9	79.2	26.0	11.5	3.5	24.9
6-6	95.3	98.4	91.3	94.4	87.2	75.7	92.8	98.7	40.5	55.0	96.4	79.9	29.3	14.0	3.2	36.7

**TABLA E**  
**PESOS SINÁPTICOS FINALES (PROPUESTA 1, MÉXICO 2000)**

NEURONA	IND01	IND02	IND03	IND04	IND05	IND06	IND08	IND10	IND11	IND13	IND14	IND15	IND16	IND17	IND18	IND19	IND20	IND22	IND25	IND26	IND27
1-1	23.8	71.8	8.9	27.3	22.0	7.4	79.1	9.2	68.1	2.9	7.3	65.5	89.1	65.1	16.5	20.3	17.0	4.2	20.9	7.1	0.6
1-2	46.8	77.1	53.3	40.0	29.8	10.4	77.2	16.2	74.1	4.6	9.3	71.1	89.0	64.5	20.4	19.1	17.7	5.7	15.3	9.7	1.0
1-3	75.3	85.6	40.3	54.2	33.4	12.9	75.2	26.6	74.9	8.6	14.0	75.7	86.8	60.3	22.6	15.8	17.7	8.7	11.7	13.7	1.4
1-4	81.1	87.1	37.3	61.8	31.6	18.8	78.5	37.4	84.0	19.5	18.5	82.0	88.0	59.3	24.6	15.1	16.5	12.1	11.9	16.2	1.6
1-5	81.9	90.3	41.3	74.1	33.3	33.6	74.6	51.3	91.3	33.5	15.7	85.9	88.4	57.3	24.5	14.0	14.8	13.4	13.6	16.8	1.7
1-6	82.8	92.7	49.6	84.4	30.4	55.9	68.8	60.7	94.5	42.3	19.3	89.1	89.0	58.4	26.2	14.1	14.1	15.3	14.5	19.0	1.9
1-7	87.3	95.0	60.8	88.7	27.1	58.1	76.5	67.7	95.2	45.5	27.6	92.0	91.0	62.8	32.6	16.4	16.3	18.6	11.6	21.4	2.2
1-8	91.0	95.0	68.3	97.1	27.2	32.3	85.3	77.4	95.2	53.0	28.1	93.7	91.4	63.9	33.4	18.4	13.1	21.2	13.2	19.3	2.1
1-9	92.8	97.4	72.9	98.2	30.2	12.9	90.7	80.3	93.3	56.6	25.4	93.6	92.1	65.4	35.0	20.2	20.2	24.7	7.2	20.6	1.9
2-1	25.2	70.4	13.9	34.8	31.5	12.9	79.8	15.8	75.7	8.1	9.2	71.4	90.8	67.8	22.0	17.7	17.7	5.9	17.1	10.3	1.0
2-2	45.8	50.8	28.4	46.2	40.1	16.0	78.4	23.2	88.4	7.0	10.7	78.4	90.1	67.1	25.5	18.3	16.5	8.1	13.4	13.9	1.4
2-3	67.4	56.8	43.3	58.6	45.1	17.6	76.0	33.1	83.8	9.3	14.6	76.8	88.3	64.7	28.0	17.1	18.9	11.0	10.3	17.5	2.0
2-4	78.9	50.1	43.8	64.7	43.6	24.6	79.6	42.5	86.9	18.8	18.0	82.9	89.0	62.7	28.8	17.3	17.9	13.6	10.2	18.6	2.1
2-5	84.0	93.2	51.7	74.6	48.2	39.4	80.1	55.5	92.7	31.0	16.5	85.4	87.9	57.3	27.2	17.8	16.8	15.8	10.5	17.9	2.1
2-6	84.8	94.4	60.5	86.1	50.3	62.7	78.4	65.6	95.5	41.1	21.0	88.8	88.8	57.9	28.9	17.9	16.5	19.0	10.0	19.8	2.2
2-7	88.0	95.5	67.1	89.7	48.2	64.2	83.2	70.1	95.8	42.3	33.1	91.5	91.2	63.9	35.9	19.4	18.7	21.7	7.9	21.7	2.5
2-8	90.3	95.8	69.9	91.8	47.9	41.9	89.0	78.5	96.1	47.5	41.4	93.0	92.0	65.9	39.4	21.7	21.6	25.6	5.4	21.1	2.7
2-9	91.5	95.7	73.3	93.8	49.1	21.1	92.1	84.5	96.1	56.3	41.3	94.6	92.5	67.6	42.8	23.7	23.6	31.3	4.2	21.7	3.2
3-1	29.1	84.9	18.1	52.3	40.6	21.8	75.8	25.7	82.6	10.0	11.4	76.9	90.0	64.6	24.1	15.3	16.5	8.2	14.5	13.1	1.3
3-2	38.0	86.2	30.7	59.1	48.0	24.9	75.1	33.5	84.6	11.9	12.7	79.1	89.8	65.5	27.8	16.8	17.9	10.9	12.1	16.7	1.9
3-3	54.3	88.0	43.6	65.3	52.7	29.4	72.3	42.0	88.2	14.2	15.3	80.1	89.3	65.8	31.0	16.4	18.0	13.0	10.0	20.3	2.4
3-4	72.2	88.0	49.6	72.0	56.7	32.8	75.3	50.4	89.0	14.5	11.6	82.4	88.2	61.4	29.6	13.1	16.2	9.3	20.1	20.1	2.4
3-5	84.4	90.8	62.7	81.2	66.8	38.7	82.8	63.1	90.3	22.4	14.6	84.8	88.2	64.4	27.4	13.7	17.2	18.3	9.0	18.6	2.3
3-6	85.2	91.9	62.7	81.2	66.8	38.7	82.8	63.1	90.3	22.4	14.6	84.8	88.2	64.4	27.4	13.7	17.2	18.3	9.0	18.6	2.3
3-7	89.2	96.7	75.5	91.5	72.0	59.1	89.7	77.3	97.1	43.4	32.9	91.3	90.3	63.0	37.2	22.5	20.5	24.9	5.8	22.0	2.8
3-8	90.6	96.8	74.3	92.8	74.1	60.3	92.2	82.9	97.3	46.2	50.1	93.3	92.3	66.8	45.0	25.9	23.8	31.7	3.2	22.9	3.5
3-9	91.7	96.9	77.0	93.6	71.5	42.7	93.7	87.4	97.6	56.1	56.5	95.1	93.0	69.9	51.3	28.2	26.2	40.1	2.1	25.1	4.8
4-1	34.5	87.0	18.5	57.9	36.5	26.1	59.7	33.5	83.0	13.1	16.2	73.8	87.1	59.8	21.4	13.3	13.5	10.6	13.9	15.0	1.4
4-2	44.2	88.4	25.5	64.8	44.6	35.4	60.2	37.5	85.8	16.7	12.7	77.4	88.7	61.3	24.5	14.5	14.6	11.6	14.2	16.2	1.6
4-3	57.4	89.7	35.4	70.0	56.4	45.1	62.6	41.9	88.0	18.7	12.6	79.1	88.9	61.4	27.1	16.6	15.5	14.2	12.6	18.4	2.1
4-4	71.1	92.1	46.8	77.5	69.3	54.8	68.8	49.4	91.0	23.1	12.5	80.8	88.3	58.9	27.2	17.2	15.4	15.0	11.1	19.0	2.1
4-5	82.4	95.3	59.1	83.7	78.1	58.9	77.1	59.1	94.4	29.2	14.7	84.0	87.8	56.1	28.8	19.3	17.1	18.3	9.2	19.9	2.3
4-6	84.8	96.7	73.5	89.2	82.3	68.1	85.6	71.1	96.6	37.2	23.0	88.0	88.3	57.3	32.8	23.3	19.8	24.4	6.5	21.2	2.8
4-7	85.0	97.3	81.6	93.0	85.2	76.3	90.8	73.3	98.0	42.3	35.7	93.3	93.3	62.4	39.8	23.1	22.1	25.8	7.2	23.3	3.5
4-8	92.9	97.8	84.6	94.7	86.0	74.3	94.2	87.2	98.3	48.0	39.7	95.6	95.6	64.7	43.6	21.4	26.2	35.8	7.4	21.1	4.8
4-9	92.9	97.8	84.6	94.7	86.0	74.3	94.2	87.2	98.3	48.0	39.7	95.6	95.6	64.7	43.6	21.4	26.2	35.8	7.4	21.1	4.8
5-1	45.3	81.4	16.4	47.7	28.5	18.4	46.3	28.3	77.3	11.5	9.2	70.6	85.8	59.0	18.8	13.2	12.7	10.7	15.8	14.5	1.2
5-2	59.7	88.0	19.8	58.6	40.0	30.0	48.8	29.2	82.0	13.0	8.3	74.1	88.3	60.3	21.1	14.3	13.6	10.2	16.5	14.1	1.3
5-3	72.0	91.2	25.1	70.7	58.0	41.7	51.9	30.9	85.1	15.1	11.6	76.8	89.2	60.9	23.8	17.3	15.6	10.7	14.7	14.9	1.5
5-4	78.0	92.5	32.0	80.8	74.1	51.3	57.4	37.6	89.2	18.2	18.7	80.4	90.4	62.8	27.7	19.5	17.8	11.8	10.6	16.8	1.8
5-5	81.6	94.2	46.2	84.7	82.6	59.8	69.3	49.8	92.8	23.9	24.0	84.9	91.0	64.6	34.0	21.7	19.9	16.7	7.7	20.2	2.5
5-6	82.3	96.4	65.9	87.5	85.4	67.9	81.8	61.8	95.3	28.5	31.2	88.4	91.0	65.6	40.2	24.1	21.8	23.0	5.5	22.4	3.3
5-7	87.2	97.8	80.1	91.2	88.6	75.8	89.0	69.0	96.9	33.2	37.8	91.6	92.5	69.3	48.1	27.0	23.9	29.1	4.3	25.4	4.4
5-8	91.5	98.4	86.7	94.0	91.3	80.4	92.3	77.7	98.0	36.8	47.8	94.2	94.3	72.2	58.6	31.3	27.2	37.1	2.9	32.8	6.9
5-9	93.6	98.8	90.7	95.6	91.7	82.4	93.8	83.5	98.3	40.4	53.9	95.8	95.3	79.1	65.9	35.1	29.9	43.7	2.0	39.5	9.7
6-1	46.2	89.8	21.9	51.8	30.3	19.3	40.2	18.0	72.7	7.5	7.6	65.3	82.6	56.9	19.9	14.2	14.2	8.9	18.0	18.0	1.0
6-2	63.9	86.8	34.6	44.1	30.9	19.3	44.8	17.1	72.7	7.5	7.6	65.3	82.6	56.9	19.9	14.2	14.2	8.9	18.0	18.0	1.0
6-3	78.8	89.8	18.0	70.4	52.9	31.1	43.0	22.5	78.3	8.2	13.8	74.1	90.2	64.2	21.8	21.5	18.5	7.1	13.9	12.0	1.2
6-4	83.7	93.6	20.6	84.5	70.8	40.1	52.4	30.0	86.0	9.6	27.0	79.4	91.8	67.4	27.1	22.1	20.6	8.0	8.2	18.3	1.6
6-5	84.4	95.0	24.9	86.9	70.0	49.0	66.1	42.0	90.0	10.9	23.8	82.8	92.5	69.8	38.1	22.9	22.9	12.9	8.1	19.8	2.4
6-6	86.3	96.7	60.7	88.6	84.4	66.6	80.3	51.3	94.7	23.6	34.1	89.5	93.1	71.3	44.9	25.8	23.8	20.1	5.2	22.9	3.4
6-7	89.6	98.0	78.8	91.2	87.9	73.5	87.5	55.1	96.6	27.6	32.8	92.1	94.2	73.8	52.8	27.3	24.9	25.3	4.9	26.1	4.3
6-8	90.0	98.2	84.0	92.0	88.2	71.3	90.1	66.1	97.1	28.6	37.7	93.0	94.4	76.7	57.5	30.0	26.4	31.5	3.8	32.9	6.1
6-9	88.1	97.9	84.5	92.1	85.0	69.8	91.5	74.4	97.2	31.0	45.0	93.9	94.7	79.3	61.7	33.2	28.4	37.8	2.9	39.0	8.6
7-1	52.7	62.4	8.6	20.1	12.9	6.3	50.5	7.4	58.6	3.8	7.8	56.1	79.7	55.0	12.0	22.4	16.5	5.2	18.3	7.1	0.6
7-2	68.1	77.8	12.7	31.5	23.8	11.9	55.6	9.7	63.1	3.8	8.2	63.0	83.9	56.8	13.7	24.5	17.9	4.6	18.5	7.1	0.9
7-3	76.8	88.5	14.9	54.3	43.7	22.8	63.9	15.8	73.9	5.5	11.2	70.0	87.8	60.1	17.3	23.4	18.2	5.1	16.7	9.1	0.6
7-4	83.0	92.5	20.2	72.9	59.7	33.3	69.8	25.9	84.1	8.6	18.4	77.9	90.3	64.2	24.0	21.6	19.0	7.1	11.9	13.5	1.4
7-5	84.7	94.1	33.3	83.7	69.0	45.7	78.7	36.8	90.1	15.8	22.6	84.8	91.3	67.2	32.4	22.0	20.4	10.9	10.1	17.7	2.1
7-6	87.4	96.5	58.6	85.1	79.8	58.0	82.1	41.4	93.6	21.2	22.5	88.5	92.4	68.6	41.5	24.0	26.2	16.0	8.6	20.6	2.8
7-7	89.4	97.6																			

TABLA F PESOS SINÁPTICOS FINALES (PROPUESTA 2, MÉXICO 2000)

NEURONA	IND01	IND02	IND03	IND04	IND05	IND06	IND08	IND10	IND11	IND13	IND14	IND15	IND16	IND17	IND18	IND19	IND20	IND22	IND25	IND26	IND27
1-1	95.4	99.0	93.4	96.5	94.0	87.0	94.5	86.7	98.8	43.8	56.8	96.5	95.6	80.0	68.5	36.6	30.8	46.5	1.7	41.0	10.6
1-2	91.2	97.7	77.4	93.4	84.9	75.2	93.4	86.8	98.1	44.3	62.2	94.6	93.0	68.7	51.7	27.9	26.0	37.9	1.8	24.9	4.6
1-3	88.5	97.4	84.4	94.0	86.3	81.4	91.4	80.7	97.9	44.8	31.6	91.2	89.4	59.7	37.7	26.8	22.0	30.2	4.5	22.6	3.4
1-4	81.7	94.5	55.6	93.4	82.0	44.4	93.4	85.3	96.9	57.5	39.1	92.8	90.9	61.2	34.9	19.7	20.1	26.1	3.7	19.4	2.1
1-5	92.7	96.8	81.0	94.5	82.0	25.3	93.9	88.7	97.4	61.8	51.6	95.8	93.6	72.6	52.3	28.2	26.4	41.9	2.1	25.6	4.9
1-6	93.5	94.2	71.9	94.1	27.6	13.1	90.6	81.6	94.0	58.3	22.9	94.2	91.8	64.4	33.5	19.0	20.4	24.1	7.8	17.9	1.8
1-7	88.3	95.5	59.1	89.4	19.0	55.3	74.9	69.5	95.3	48.4	27.5	92.5	91.3	62.9	31.7	15.1	15.8	17.1	13.2	21.0	2.1
2-1	90.6	98.5	86.4	94.0	90.9	74.4	91.0	72.8	97.7	29.6	42.5	93.8	94.9	78.4	61.0	31.6	27.6	36.2	2.9	36.2	7.3
2-2	86.1	97.4	80.0	86.1	86.3	55.9	88.6	70.1	95.7	24.6	39.2	88.7	90.9	68.3	43.7	26.2	23.2	25.5	4.3	25.4	4.0
2-3	84.3	95.5	69.6	91.1	52.9	82.8	80.9	68.7	96.5	43.1	26.1	91.1	90.0	61.2	33.2	19.3	17.7	22.2	7.5	22.1	2.7
2-4	90.5	97.7	70.1	86.3	77.5	53.9	84.2	66.4	96.8	32.3	12.8	84.6	85.8	50.6	26.2	19.2	16.8	19.1	9.3	19.2	2.4
2-5	89.4	96.0	75.0	83.5	64.0	41.7	89.0	72.4	95.8	38.2	21.9	89.0	89.3	60.9	33.3	22.7	19.9	20.5	7.2	20.1	2.5
2-6	91.1	97.3	60.4	84.5	32.9	28.5	90.8	64.5	96.2	25.0	43.5	90.9	94.1	73.6	43.6	23.4	22.2	21.4	4.2	26.9	4.0
2-7	79.3	90.8	43.0	80.6	36.9	41.3	69.0	58.6	93.9	42.1	11.9	87.0	87.5	55.4	23.0	13.0	13.7	14.1	14.9	16.6	1.7
3-1	89.1	98.2	81.5	92.1	88.2	75.6	88.2	52.5	96.9	28.0	30.9	92.5	94.5	73.8	53.5	27.2	24.8	24.7	5.0	25.2	4.3
3-2	79.1	96.2	72.6	84.8	71.4	52.9	89.4	65.5	95.1	25.8	37.9	91.9	93.4	77.5	56.6	31.6	26.8	32.4	3.9	36.8	7.3
3-3	78.4	93.0	45.3	78.6	69.5	58.8	88.7	63.7	94.0	27.6	35.8	89.8	92.7	70.8	41.6	21.5	21.9	20.7	5.5	23.3	3.5
3-4	71.5	93.8	53.6	78.4	72.2	59.1	72.3	53.9	92.3	25.1	11.2	81.8	87.7	57.5	28.0	18.4	15.9	16.7	10.4	20.0	2.3
3-5	83.2	93.8	49.5	69.9	52.1	34.6	77.0	44.2	91.0	20.2	14.5	83.5	89.4	61.9	30.8	20.6	18.2	13.6	10.3	18.0	2.0
3-6	85.8	94.4	22.1	65.6	41.2	30.3	82.3	30.3	86.3	12.9	12.4	81.9	90.4	63.5	24.3	17.3	16.6	8.8	14.2	13.7	1.4
3-7	70.5	82.7	24.0	61.5	24.5	16.3	64.3	38.7	82.4	20.4	32.1	78.3	88.9	62.9	24.6	15.4	15.0	13.3	12.8	15.8	1.6
4-1	90.1	97.7	77.9	84.8	78.1	69.8	87.2	34.7	94.1	19.7	17.5	88.1	92.2	65.5	40.8	23.0	21.4	13.7	10.5	16.5	2.3
4-2	87.5	96.5	56.6	89.0	86.3	62.3	75.7	49.3	94.5	22.9	29.2	88.5	92.9	70.0	43.1	26.4	23.4	19.6	5.8	23.2	3.3
4-3	73.3	94.4	67.7	79.7	68.8	39.9	84.3	55.5	92.3	17.4	28.3	87.0	91.9	74.4	44.7	26.0	23.5	22.5	5.9	28.9	4.4
4-4	71.2	92.2	70.3	79.4	74.8	20.2	82.3	47.6	82.2	11.0	19.9	83.3	89.5	69.0	35.4	20.5	21.7	15.2	7.0	22.6	3.2
4-5	80.4	89.6	58.4	59.0	53.3	19.8	78.3	29.6	81.4	8.4	11.7	77.2	85.5	60.3	26.2	20.5	20.1	9.9	11.1	16.8	1.9
4-6	89.7	93.6	51.0	49.1	21.5	14.0	80.1	23.2	76.5	5.9	6.7	78.1	89.3	60.7	18.6	23.6	18.4	6.0	17.6	9.5	0.9
4-7	76.4	90.3	12.0	48.5	24.6	13.2	83.9	15.9	81.8	6.4	8.8	78.5	91.6	64.7	20.6	27.6	17.0	4.8	45.9	9.3	0.8
5-1	88.5	96.3	52.7	77.9	83.0	61.5	82.4	24.7	89.8	15.9	8.2	82.4	88.3	57.0	27.4	21.8	19.7	8.4	16.1	13.7	1.4
5-2	85.9	93.4	36.2	87.2	83.5	54.9	60.6	38.6	90.6	17.9	24.5	83.4	92.1	67.9	33.6	23.2	21.1	12.4	7.6	19.1	2.1
5-3	73.8	90.5	32.1	67.9	55.3	36.7	86.0	43.7	90.2	19.9	25.9	86.2	92.0	70.0	35.5	21.0	19.8	15.6	10.9	22.5	2.6
5-4	43.8	86.3	50.9	65.6	61.1	15.8	74.5	41.2	84.3	8.8	17.2	79.8	89.3	68.7	31.9	17.0	19.9	13.4	7.6	20.2	2.4
5-5	77.8	87.7	27.2	48.7	54.6	28.1	77.3	15.9	78.5	8.3	6.5	68.5	85.1	56.5	17.9	19.4	17.3	5.9	13.9	9.9	0.9
5-6	81.3	86.7	16.0	28.7	27.5	14.2	59.4	8.8	61.6	3.0	7.2	63.8	84.5	57.2	13.3	30.7	19.2	4.0	18.5	6.4	0.5
5-7	71.9	87.3	7.1	23.0	11.5	5.4	86.9	6.1	66.4	2.4	5.0	69.2	89.9	65.8	14.1	16.9	15.6	3.7	13.5	6.3	0.5
6-1	86.0	95.1	25.8	71.7	80.7	34.3	83.0	19.3	87.4	11.6	7.7	78.1	88.3	56.2	20.2	22.8	17.9	5.7	20.0	10.3	1.0
6-2	68.8	92.0	24.0	67.1	73.3	46.0	58.8	32.2	86.5	15.6	11.7	76.1	87.3	55.6	20.2	16.3	14.7	8.9	19.0	12.7	1.2
6-3	33.8	95.2	33.9	68.7	56.1	46.7	67.4	51.2	90.8	16.9	14.9	79.7	88.6	61.5	29.8	17.6	15.7	16.7	11.9	20.4	2.6
6-4	38.3	84.0	20.7	59.8	47.2	25.0	78.6	26.4	83.9	13.1	11.6	79.7	90.1	63.0	24.9	15.5	16.8	9.2	13.4	14.8	1.6
6-5	57.6	83.0	19.7	42.5	33.5	15.0	76.2	16.4	75.8	6.0	8.0	72.5	88.4	61.6	19.7	19.4	17.6	5.7	13.7	10.1	0.9
6-6	60.8	72.9	11.4	29.1	15.4	8.4	37.9	14.8	63.9	6.2	10.1	63.4	83.7	58.5	15.4	17.2	15.2	6.8	17.2	9.5	0.9
6-7	54.5	57.0	7.1	20.2	11.8	4.5	80.5	5.2	61.6	2.9	7.7	64.4	86.4	61.2	13.9	22.3	17.6	4.3	17.1	7.3	0.6
7-1	85.3	95.3	14.2	90.6	76.3	38.6	46.1	29.4	87.6	6.2	37.1	80.0	92.4	69.0	26.7	22.3	22.1	5.8	5.5	16.1	1.4
7-2	81.2	90.3	19.2	76.2	48.7	29.5	46.9	23.2	79.1	9.6	7.6	76.1	90.9	65.1	23.6	19.8	17.3	8.7	13.7	13.7	1.3
7-3	59.0	81.9	28.1	74.5	30.8	64.4	61.7	37.5	87.5	27.0	16.9	83.4	90.4	61.9	27.1	14.4	15.5	12.0	12.9	17.0	1.8
7-4	33.7	87.2	16.0	50.9	32.9	19.5	44.0	31.4	79.4	10.6	9.4	70.3	86.9	60.9	20.7	15.0	13.6	11.7	15.8	14.6	1.3
7-5	26.6	80.8	13.1	34.5	33.2	13.2	83.9	17.0	79.2	4.7	10.6	71.8	92.6	72.5	25.0	16.6	17.4	6.3	16.5	11.5	1.0
7-6	19.1	75.8	5.7	21.7	17.5	6.4	75.9	6.1	65.0	2.3	4.9	61.1	86.9	61.2	13.4	24.0	17.4	3.7	21.2	5.6	0.5
7-7	32.5	36.0	9.0	18.6	8.6	3.6	80.1	7.5	59.4	7.0	8.8	57.4	77.1	51.7	11.2	18.0	14.7	7.5	20.5	8.7	0.9

TABLA G ETIQUETAS OAXACA (PROPUESTA 1)

ENT	MUN	MUNICIPIOS	IND01	IND02	IND03	IND04	IND05	IND06	IND07	IND08	IND09	IND10	IND11	IND13	IND14	IND15	IND16	IND17	IND19	IND21	IND23	IND25	IND26	LABEL	
12	043	METLATONOC	34.44	34.14	0.83	1.91	0.75	0.59	8.85	13.12	0.81	1.98	36.27	0.84	1.40	28.14	65.10	50.58	20.56	20.61	0.42	41.21	3.89	1.00	
12	076	AGATEPEC	32.00	14.33	0.53	2.16	0.47	0.24	11.62	36.51	1.48	1.32	37.22	0.22	1.26	57.24	87.10	64.74	31.11	11.98	22.93	0.36	43.66	5.55	1.00
20	391	SANTA LUCÍA MIAHUATLÁN	51.46	27.63	0.57	4.69	6.12	1.43	7.54	51.85	1.22	0.95	44.40	0.86	6.22	39.85	75.71	50.87	11.98	22.93	0.36	22.17	3.25	1.00	
20	016	COYOACÁN DE LAS FLORES	55.59	49.94	3.93	8.22	2.32	2.00	7.54	35.36	0.57	1.29	45.23	1.31	42.08	24.99	57.15	38.78	12.82	19.82	0.00	0.00	19.36	3.25	1.00
20	450	SANTIAGO ANILTEPEC	9.44	1.05	0.00	3.44	0.20	0.05	9.91	90.91	1.33	0.18	41.00	0.41	1.57	52.29	87.49	55.21	19.82	22.97	0.33	5.93	5.78	1.00	
30	110	MIXTLA DE ALTAMIRANO	22.52	32.21	5.12	9.04	1.17	0.50	13.77	83.39	1.01	0.52	52.97	0.23	5.29	28.23	72.40	42.93	17.24	30.68	0.98	10.53	1.64	1.00	
30	159	TEHUAPANGO	9.32	49.56	7.48	4.47	3.96	1.68	7.47	57.12	1.59	0.87	68.65	0.79	1.77	28.11	71.06	44.09	25.91	28.57	0.37	4.81	3.59	1.00	
12	010	ATLIXTAC	29.92	57.41	8.31	16.88	5.59	5.72	11.88	32.10	2.54	6.64	51.59	1.24	0.87	48.07	76.87	58.89	20.85	21.47	0.36	36.05	4.89	1.00	
24	002	ALAJUINES	35.99	75.53	12.29	33.56	26.36	10.70	43.85	84.30	35.83	30.14	88.29	19.15	10.19	60.24	90.66	59.21	10.45	22.24	2.05	12.85	9.66	2.00	
21	100	ALAJUINES	79.13	89.78	24.41	38.39	52.85	24.11	14.84	77.28	17.86	5.28	77.76	3.07	2.54	85.24	92.67	64.13	33.18	34.25	0.44	15.54	6.65	2.00	
21	033	COHUACÁN	36.51	98.25	8.25	55.08	37.28	53.53	25.07	75.76	12.06	15.60	87.52	13.76	1.27	88.92	94.81	67.32	14.80	23.87	1.42	27.93	5.58	2.00	
20	101	SAN ANDRÉS ZABACHE	76.69	98.83	0.00	84.27	72.76	43.04	42.63	93.96	9.02	29.71	80.46	5.78	0.00	58.94	86.40	45.45	4.23	14.96	0.77	34.43	5.38	2.00	
7	042	MAGdalena ZAHUATLÁN	93.68	84.89	13.18	43.47	67.39	37.37	52.47	26.59	17.18	48.94	72.24	9.67	26.12	85.41	79.23	48.29	15.34	30.55	1.95	15.78	9.87	2.00	
20	349	SAN SEBASTIÁN TEPIAC	48.92	95.95	7.25	32.82	26.41	31.42	32.54	70.54	33.22	26.99	85.73	3.89	29.06	82.01	89.47	55.38	22.06	31.96	1.34	22.37	6.48	2.00	
11	025	AYOACOTE DE GUERRERO	63.72	81.73	25.42	37.42	49.90	16.70	27.01	69.85	17.70	23.68	85.69	6.14	4.33	77.46	90.11	65.50	15.97	29.26	1.71	10.66	14.64	2.00	
7	069	PILUPAN	41.42	89.28	67.11	36.43	74.55	40.78	30.89	46.98	60.49	23.60	91.14	23.78	6.80	75.46	90.17	60.78	19.75	24.48	4.71	6.58	15.02	3.00	
14	005	CABO CORRIENTES	61.96	58.88	47.11	66.05	69.07	22.17	37.30	53.68	56.80	42.29	82.07	16.48	8.16	79.60	89.21	67.89	15.23	30.00	3.48	4.73	18.62	3.00	
21	148	SANTA CATARINA TLALTEMPAN	77.34	97.13	24.45	85.79	23.86	8.78	36.32	73.13	43.89	30.76	94.00	17.30	29.54	86.19	91.41	69.99	18.45	24.56	4.17	7.40	28.32	3.00	
14	122	ZAPOTILÁN DE VADILLO	86.49	88.52	55.49	41.06	63.29	28.09	38.98	72.95	39.38	32.17	87.83	18.52	17.03	85.39	92.60	63.18	18.89	26.63	3.76	19.94	18.53	3.00	
16	024	CHERÁN	73.03	95.78	21.48	47.79	61.41	45.70	41.90	93.05	30.48	22.22	90.39	24.27	9.36	79.53	90.14	66.99	20.73	27.64	4.58	7.67	20.66	3.00	
13	037	METZITLÁN	66.77	85.01	42.18	63.34	86.45	38.16	42.62	69.83	29.65	28.07	85.28	12.80	21.19	79.65	92.48	66.27	15.11	23.99	2.63	6.82	15.80	3.00	
29	040	XALTOCAN	92.03	95.92	47.34	81.18	57.09	61.41	43.20	69.80	70.53	33.21	91.13	15.37	17.15	91.31	94.65	75.13	19.10	27.55	2.63	7.30	17.99	4.00	
7	097	TONALÁ	54.78	91.66	76.19	85.66	83.94	24.09	37.10	82.68	61.80	56.78	87.52	9.82	17.00	84.06	91.13	73.65	19.16	31.81	5.92	4.19	26.63	4.00	
24	016	VILLA HIDALGO	83.74	88.40	26.39	82.03	71.13	74.34	51.69	78.95	53.38	48.93	89.90	26.70	26.67	86.33	94.04	64.87	13.12	25.39	3.15	6.42	15.36	4.00	
32	016	GENERAL PÁNFILO NATERA	90.51	97.39	51.87	89.58	32.70	69.28	48.65	66.02	85.82	55.75	96.40	38.71	8.64	87.77	88.32	51.96	9.55	15.39	3.32	12.56	22.44	4.00	
30	052	CUICHAPA	86.79	94.24	66.05	66.05	25.65	46.04	81.40	63.26	48.40	91.75	12.76	12.76	44.29	84.83	89.62	69.07	15.14	29.27	3.60	1.93	15.94	4.00	
29	034	TLAXCO	90.01	95.79	65.90	82.02	56.13	57.96	38.41	79.11	70.42	29.32	92.93	20.77	15.67	86.57	90.24	59.29	25.40	32.92	2.60	11.30	18.05	4.00	
20	418	SANTA MARÍA JALAPA DEL MARQUÉS	88.38	90.14	70.59	71.90	68.31	47.18	40.75	74.68	48.23	45.93	80.36	10.77	21.44	81.95	93.95	84.02	20.33	26.94	6.86	4.41	30.20	4.00	
13	044	NOPALA DE VILLAGRÁN	90.25	88.30	35.26	93.24	95.09	48.38	54.92	53.58	58.39	38.69	93.93	23.84	15.29	86.29	94.61	69.69	19.28	31.80	3.17	9.87	14.46	4.00	
30	093	JILOTEPEC	92.17	96.29	70.15	86.52	93.85	64.36	51.94	86.46	69.06	47.76	93.48	14.15	34.23	87.50	92.24	68.34	24.37	36.45	2.28	6.39	16.06	5.00	
31	051	MOCOGHA	91.56	98.87	30.40	97.64	89.55	59.02	37.95	88.51	53.93	55.64	96.20	14.71	56.86	91.35	92.04	64.44	34.74	45.31	1.57	3.92	22.90	5.00	
30	011	ALVARADO	60.17	93.46	73.35	87.75	86.51	32.32	62.18	81.30	91.40	66.78	94.64	11.03	29.46	85.20	91.01	72.49	24.79	38.32	7.19	2.33	34.89	5.00	
32	053	MOTAHUA DE ESTRADA	45.65	96.65	79.51	92.56	66.06	90.34	65.16	83.91	68.11	83.95	96.10	41.25	15.70	87.31	88.51	54.79	14.74	26.19	5.04	6.16	19.56	5.00	
16	006	APATZINGÁN	90.12	96.40	67.65	73.00	69.70	45.03	43.98	86.63	86.79	80.03	96.06	33.91	22.87	84.75	86.13	58.76	29.13	34.70	8.90	4.00	29.01	5.00	
20	096	SAN ANDRÉS SINXTLA	97.33	96.88	43.09	88.26	43.35	40.42	63.30	98.22	79.35	61.52	95.84	31.65	16.59	88.22	99.23	87.34	24.73	37.52	3.78	1.24	24.38	5.00	
14	004	AMACUECA	87.35	95.28	89.06	74.15	72.30	57.49	60.31	95.41	70.31	61.27	96.72	32.79	13.82	90.17	88.56	54.90	31.88	35.86	3.62	12.97	22.18	5.00	
21	085	ZIUGAR DE MATAMOROS	94.58	98.62	78.77	87.66	79.78	64.49	62.78	96.88	89.09	69.24	97.49	37.58	43.41	90.94	90.36	67.99	24.93	33.41	9.59	4.97	30.92	6.00	
16	107	ZACAPU	92.84	98.93	93.05	84.57	78.83	78.31	54.22	95.40	89.69	74.22	97.10	33.43	27.22	92.09	93.40	68.74	26.27	30.41	5.85	3.31	22.36	6.00	
15	011	ATENCO	87.12	97.85	64.94	94.44	92.43	75.96	54.38	91.36	63.92	98.44	23.03	32.92	92.96	95.58	95.25	75.21	25.96	34.39	5.82	4.11	27.07	6.00	
20	091	SAN ANDRÉS HUAYAM	74.83	96.82	64.98	84.57	59.68	56.23	63.81	92.86	83.07	73.19	97.67	44.05	40.58	95.39	94.62	78.13	42.91	42.11	21.66	5.06	44.05	6.00	
26	070	GENERAL PLUTARCO ELIAS CALLES	90.21	93.76	71.53	90.26	83.63	21.61	58.69	92.49	95.64	96.52	73.96	29.76	94.65	92.36	69.21	25.57	34.41	3.49	1.78	31.41	6.00	6.00	
8	004	AGUILES PERDÓN	96.73	99.37	76.74	98.88	43.37	13.71	71.22	84.54	99.21	93.83	99.45	47.99	96.30	95.66	93.53	71.58	31.16	47.31	5.32	0.37	19.98	6.00	
15	019	CAPULHUAC	94.92	99.37	89.86	92.36	85.52	74.92	56.88	92.72	94.91	56.82	97.83	38.86	33.17	94.56	96.46	76.77	30.13	35.44	10.46	6.51	22.67	6.00	
11	027	SALAMANCA	93.56	97.79	76.66	91.60	94.12	74.36	61.16	85.31	90.82	73.96	97.40	34.91	33.16	86.85	92.69	68.16	22.60	31.10	16.25	3.47	27.19	6.00	
8	019	CHIHUAHUA	98.08	99.24	96.58	98.81	86.38	82.28	81.39	97.10	99.39	96.06	99.48	65.73	65.37	97.99	96.08	79.70	39.24	42.21	23.76	0.96	34.00	7.00	
9	015	CALTEPEC	99.41	99.89	99.52	99.81	96.25	96.69	78.76	96.07	99.84	90.89	99.42	32.70	33.46	97.91	96.63	84.79	44.65	48.63	23.32	1.31	49.89	7.00	
15	020	COACALCO DE BERRIOZÁBAL	99.15	99.87	99.10	99.61	94.86	88.02	93.10	99.07	93.47	93.62	99.70	42.39	60.14	96.52	97.55	87.50	33.97	37.37	18.71	1.44	43.93	7.00	
9	016	MIGUEL HIDALGO	99.40	99.93	99.51	99.78	97.16	90.44	80.44	98.03	93.30	99.30	99.62	90.54	51.32	96.10	96.89	84.22	45.20	48.05	28.06	0.78	47.67	7.00	
9	003	COYOACÁN	99.44	99.94	97.91	99.59	99.18	97.81	81.23	92.94	99.94	93.11	99.69	53.65	55.62	97.82	97.36	87.02	42.01	47.					

TABLA H ETIQUETAS OAXACA (PROPUESTA 2)

LABEL	IND01	IND02	IND03	IND04	IND05	IND06	IND07	IND08	IND09	IND10	IND11	IND13	IND14	IND15	IND16	IND17	IND19	IND21	IND23	IND25	IND26
1	41.36	68.88	15.66	33.98	22.09	12.86	21.79	51.13	15.79	15.65	64.28	6.41	6.31	61.75	80.98	48.99	11.75	21.51	1.37	50.45	7.83
2	69.76	88.04	44.01	64.39	50.47	35.94	36.20	72.00	51.94	38.59	80.93	19.27	18.27	75.89	86.83	58.22	17.49	27.50	4.02	29.59	15.28
3	79.88	92.69	57.81	75.99	63.50	48.29	43.72	80.13	69.22	50.83	87.40	26.74	27.27	81.48	89.28	62.72	21.13	30.05	5.60	21.26	18.92
4	86.33	95.15	68.56	83.89	73.34	58.64	50.26	85.36	79.89	61.87	91.86	33.33	35.72	85.49	90.97	66.62	24.61	32.20	7.33	16.54	22.11
5	90.65	96.83	77.11	89.48	82.15	68.98	56.71	89.11	88.58	72.00	94.87	41.34	44.17	89.19	92.54	70.58	28.16	34.38	9.58	12.50	25.51
6	93.88	98.03	85.30	93.52	89.77	78.84	63.86	92.36	94.26	81.27	96.91	50.59	54.01	92.54	94.12	75.18	32.71	36.70	13.69	8.78	30.41
7	97.24	99.11	93.24	97.28	96.34	89.83	74.09	95.90	98.42	90.55	98.55	65.45	66.45	95.66	96.20	81.64	43.21	41.43	20.39	3.83	40.63

TABLA I ETIQUETAS HIDALGO (PROPUESTA 1)

ENT	MUN	MUNICIPIOS	IND01	IND02	IND03	IND05	IND06	IND07	IND08	IND11	IND12	IND14	IND16	IND17	IND20	IND23	IND25	IND26	LABEL
12	043	METLATÓNOC	34.44	34.14	0.83	0.75	0.59	8.85	13.12	36.27	0.24	1.40	65.10	50.58	13.09	0.42	41.21	3.89	1.00
12	076	ACATEPEC	32.00	14.33	0.93	0.47	0.24	11.62	37.22	37.22	0.09	1.26	87.10	64.74	17.73	0.36	43.66	5.55	1.00
8	008	BATORILAS	44.02	13.35	8.01	9.44	4.84	29.56	28.74	52.59	0.31	4.92	67.66	38.44	14.24	3.48	26.33	13.29	1.00
20	450	SANTIAGO AMOLTEPEC	9.44	1.05	0.00	0.20	0.05	9.91	90.91	41.00	0.20	1.57	87.49	55.21	14.19	0.33	5.93	5.78	1.00
20	391	SANTA LUCÍA MIAHUATLÁN	51.46	27.63	0.97	6.12	1.43	7.54	51.85	44.40	0.00	6.22	75.71	50.87	13.92	0.32	22.17	2.52	1.00
12	010	ATLIXTAC	29.92	57.41	8.31	5.99	5.72	11.88	32.10	51.59	0.75	0.87	76.87	58.89	13.06	0.36	36.05	4.89	1.00
7	082	SITALÁ	58.14	43.80	11.74	6.81	0.88	17.66	32.70	60.02	0.33	6.00	43.18	28.57	13.12	2.64	6.77	5.30	1.00
7	022	CHALCHIHUITÁN	24.67	28.47	1.74	2.26	0.80	11.52	46.78	60.14	0.02	8.43	74.51	52.58	21.20	0.20	4.31	0.66	1.00
30	041	COETZALA	57.97	81.74	45.57	39.09	3.73	25.32	76.26	69.14	1.65	6.94	91.99	66.27	22.46	0.31	12.97	8.28	2.00
21	080	ATLEQUIZAYAN	75.32	90.66	29.71	32.47	34.84	21.27	51.02	67.74	0.26	1.45	91.75	70.82	15.72	0.70	5.54	5.77	2.00
21	187	TLAXCO	62.06	92.03	23.14	44.86	48.04	30.61	58.29	82.57	6.85	1.67	81.52	46.75	12.27	1.66	15.71	7.40	2.00
24	019	LAGUNILLAS	19.64	85.71	13.13	63.20	23.17	45.57	82.79	87.77	3.42	18.06	87.85	56.25	12.05	1.36	24.55	8.79	2.00
20	353	SANTA ANA	68.35	98.55	9.96	22.36	17.64	20.46	81.07	82.24	0.00	31.95	89.02	57.82	14.35	0.67	16.32	6.26	2.00
20	349	SAN SEBASTIÁN TEITIPAC	48.92	95.95	7.25	26.41	31.42	32.54	70.54	85.73	8.54	29.06	89.47	56.38	16.83	1.34	22.37	6.48	2.00
21	022	ATIZIHUACÁN	75.26	97.55	11.69	46.23	47.95	30.52	51.54	85.36	5.78	1.62	87.12	52.98	11.95	0.44	27.65	6.79	2.00
10	035	TEPEHUANES	67.72	75.49	50.92	29.75	44.56	64.21	66.70	88.42	15.23	16.36	82.96	51.10	16.64	7.57	15.59	20.19	3.00
7	069	PUIJAPÁN	41.42	89.28	67.31	71.90	10.74	32.61	79.28	80.53	5.72	8.86	89.21	67.89	20.15	3.48	4.73	18.62	3.00
12	048	PETATLÁN	74.38	89.67	39.83	55.09	20.82	31.70	59.17	86.97	15.07	15.57	85.84	64.29	20.04	4.95	7.78	27.04	3.00
31	077	TEKAL DE VENEGAS	78.37	94.76	10.84	84.12	29.93	28.08	34.65	88.41	0.18	33.45	93.10	75.85	19.18	0.60	5.17	16.40	3.00
20	160	SAN JERÓNIMO SILACAYOAPILLA	94.08	97.04	16.60	79.42	22.21	30.41	55.90	91.77	1.17	40.39	89.61	53.67	11.50	0.22	8.08	7.10	3.00
32	037	PLANUCA	90.66	97.55	47.84	37.39	39.37	44.98	59.98	96.52	3.49	16.03	84.51	47.08	14.14	2.93	11.53	12.62	3.00
15	087	TEMOAYA	81.88	96.41	22.59	67.19	48.28	33.38	47.53	84.35	5.91	6.93	90.02	56.68	18.82	3.38	4.57	25.35	3.00
21	101	NAUZOBTLA	72.19	92.68	44.00	45.33	17.41	30.54	85.05	87.23	0.12	40.49	89.47	64.21	15.40	1.27	14.45	12.97	3.00
10	102	PEÑÓN BLANCO	65.40	96.69	63.17	19.72	36.79	59.21	78.12	95.66	12.69	42.40	94.42	70.22	15.37	4.65	11.18	23.33	4.00
20	109	SAN ANTONIO NANAHUATIPAM	90.11	96.34	49.73	43.87	16.48	39.98	89.95	94.25	2.62	51.37	90.58	70.86	13.40	3.90	10.39	23.61	4.00
31	100	UCU	88.66	96.64	8.65	95.15	53.77	36.52	36.14	93.01	3.61	45.48	93.54	69.58	29.49	1.38	3.41	18.48	4.00
29	052	SAN JOSÉ TEACALCO	96.14	98.23	42.26	59.85	72.13	37.28	71.16	96.39	12.56	10.19	90.95	60.95	23.26	3.54	19.60	11.78	4.00
31	100	YOAPAN	96.84	96.23	40.77	83.28	44.80	34.80	44.30	93.08	4.08	19.02	95.37	77.44	23.03	2.82	2.09	13.13	4.00
21	090	JUAN C. BONILLA	43.62	98.79	48.01	83.62	55.04	41.24	83.30	96.57	31.85	12.65	87.49	57.11	20.97	3.75	13.68	16.91	4.00
16	055	MUGICA	64.55	94.96	47.76	77.02	44.22	37.29	80.26	93.40	14.46	15.94	86.13	61.49	20.45	8.19	3.42	24.95	4.00
21	124	ZINACATEPEC	97.66	98.94	83.87	75.47	39.03	26.69	88.15	93.41	4.72	7.74	78.95	43.90	22.86	1.30	7.83	12.47	4.00
20	102	SAN ANDRÉS ZAUTLA	78.23	97.85	59.12	53.84	47.07	48.57	89.58	96.96	16.52	29.86	95.37	82.86	24.33	4.90	6.61	30.70	5.00
19	042	RAMONES, LOS	77.02	97.59	59.86	84.81	48.17	69.65	96.22	97.78	21.15	20.99	87.80	54.50	16.79	7.46	4.86	14.34	5.00
17	001	AMACUZAC	91.00	98.52	64.73	77.55	55.33	51.56	75.91	94.04	17.75	26.64	89.49	64.31	19.56	5.08	8.37	26.59	5.00
30	128	PEROTE	92.94	96.59	63.60	92.49	48.18	42.70	88.63	94.67	16.52	19.79	87.82	62.79	25.13	4.05	6.62	21.11	5.00
14	091	TEOCALTICHE	78.73	93.75	70.28	70.40	84.46	59.83	80.24	97.28	20.63	16.17	86.04	53.01	19.63	5.38	4.84	19.43	5.00
30	074	HUILAPAN DE CUAUHTÉMOC	90.17	96.52	71.01	64.71	36.04	45.11	78.15	93.96	15.94	34.51	91.92	76.44	26.06	6.12	2.61	26.74	5.00
30	205	HIGO, EL	91.33	89.61	41.23	62.75	47.06	56.78	92.94	92.35	11.03	49.13	93.81	75.90	22.29	7.63	4.56	21.58	5.00
30	108	MINATITLÁN	59.35	87.21	69.91	77.35	35.58	55.27	85.80	92.44	30.28	24.03	92.48	76.83	24.94	13.83	5.01	30.87	5.00
16	076	SAHUAYO	88.65	98.44	91.05	90.68	77.15	56.90	93.30	98.69	40.71	16.42	86.15	53.43	24.69	7.58	3.36	24.84	6.00
19	023	GENERAL TREVIÑO	86.87	95.41	77.84	91.56	48.04	70.09	95.40	97.21	43.65	28.62	91.73	70.35	17.48	8.27	5.67	28.54	6.00
17	029	YAUTEPEC	86.39	98.56	83.94	84.53	61.16	55.21	89.02	96.74	33.36	35.74	92.04	71.47	24.73	7.55	3.19	28.29	6.00
26	036	MAGDALENA	95.71	98.13	92.58	62.33	6.80	70.22	95.21	98.30	45.28	45.01	95.35	76.61	26.78	13.64	1.16	24.77	6.00
13	075	TOLCAYUCA	94.12	98.88	87.45	96.87	68.82	50.25	86.89	97.83	16.81	36.27	94.73	67.64	26.62	4.26	3.93	22.17	6.00
13	041	MIXQUIHUALA DE JUÁREZ	94.71	98.09	79.20	98.77	77.48	55.71	78.48	95.61	18.17	22.12	95.79	76.20	23.42	6.95	6.01	27.03	6.00
18	018	TUXPAN	72.41	98.81	78.56	98.44	72.47	54.74	90.99	97.01	28.86	32.70	93.34	74.93	24.23	6.40	4.98	26.95	6.00
2	003	TECATE	81.11	95.08	83.99	67.96	21.37	67.65	95.06	98.02	45.73	56.43	92.90	72.28	26.65	20.03	1.19	22.89	6.00
9	002	AZCAPOTZALCO	99.10	99.94	99.44	98.07	87.48	76.69	91.13	99.68	71.76	60.34	97.58	86.82	33.27	19.54	1.06	46.36	7.00
9	016	MIGUEL HIDALGO	99.40	99.93	99.51	97.16	90.44	80.02	93.33	99.70	78.33	51.32	96.89	84.22	33.42	28.06	0.78	47.67	7.00
15	020	COACALCO DE BERRIOZÁBAL	99.15	99.87	99.10	99.47	94.88	88.44	98.10	99.75	66.64	60.14	97.55	87.50	29.69	18.71	1.44	43.93	7.00
9	015	CUAUHTÉMOC	99.41	99.89	99.52	98.25	96.69	78.76	96.07	99.48	73.84	53.46	96.63	84.79	34.46	23.32	1.31	49.89	7.00
19	019	SAN PEDRO GARZA GARCÍA	99.24	99.93	99.46	99.45	95.92	87.39	98.78	99.68	84.53	57.17	96.09	76.13	29.99	36.65	0.61	34.87	7.00
9	003	COYOACÁN	99.44	99.94	97.91	99.18	91.82	81.23	92.94	99.65	80.11	55.62	97.36	87.03	34.25	29.59	1.17	52.17	7.00
19	046	SAN NICOLÁS DE LOS GARZA	99.36	99.90	99.56	99.12	97.01	87.33	99.08	99.79	78.81	70.37	97.50	83.55	32.27	27.04	0.72	38.60	7.00
9	014	BENITO JUÁREZ	99.54	99.96	99.68	99.37	97.44	91.71	97.94	99.80	89.37	58.34	97.45	89.58	36.67	44.17	0.84	59.33	7.00

TABLA J ETIQUETAS HIDALGO (PROPUESTA 2)

LABEL	IND01	IND02	IND03	IND05	IND06	IND07	IND08	IND11	IND12	IND14	IND16	IND17	IND20	IND23	IND25	IND26
1	41.4	68.9	15.7	22.1	12.9	21.8	51.1	64.3	3.2	6.3	81.0	49.0	12.9	1.4	50.4	7.8
2	69.8	88.0	44.0	50.5	35.9	36.2	72.0	80.9	13.3	18.3	86.8	58.2	16.9	4.0	29.6	15.3
3	79.9	92.7	57.8	63.5	48.3	43.7	80.1	87.4	18.9	27.3	89.3	62.7	18.9	5.6	21.3	18.9
4	86.3	95.2	68.6	73.3	58.6	50.3	85.4	91.9	25.0	35.7	91.0	66.6	20.6	7.3	16.5	22.1
5	90.6	96.8	77.1	82.1	69.0	56.7	89.1	94.9	31.4	44.2	92.5	70.6	22.6	9.6	12.5	25.5
6	93.9	98.0	85.3	89.8	78.8	63.9	92.4	96.9	40.4	54.0	94.1	75.2	25.2	13.7	8.8	30.4
7	97.2	99.1	93.2	96.3	89.8	74.1	95.9	98.6	57.1	66.4	96.2	81.6	29.2	20.4	3.8	40.6

TABLA K ETIQUETAS NACIONALES (PROPUESTA 1)

ENT	MUN	MUNICIPIOS	IND01	IND02	IND03	IND04	IND05	IND06	IND08	IND10	IND11	IND13	IND14	IND15	IND16	IND17	IND18	IND19	IND20	IND22	IND25	IND26	IND27	LABEL
12	043	METLATONOC	34.44	34.14	0.83	1.91	0.75	13.12	1.98	36.27	0.84	1.40	28.14	65.10	50.58	6.18	20.56	13.09	3.84	41.21	3.89	3.89	0.23	1
12	076	ACATEPEC	32.00	14.33	0.53	2.16	0.47	0.24	36.51	1.32	37.22	0.22	1.26	57.24	87.10	9.44	31.11	17.73	3.84	43.66	5.55	5.55	0.36	1
20	391	SANTA LUCÍA MIAHUATLÁN	51.46	27.63	0.57	4.69	6.12	1.43	51.85	0.29	44.40	0.86	6.22	39.85	75.71	50.87	5.95	11.96	13.92	1.44	22.17	2.52	0.47	1
20	011	COYOACÁN DE LAS FLORES	55.59	49.94	3.93	8.22	3.32	2.00	35.36	1.95	45.23	1.31	42.08	24.99	57.15	38.78	2.74	12.82	33.06	0.39	19.36	3.25	0.27	1
20	450	SANTIAGO AMOLTEPEC	9.44	1.05	0.00	3.44	0.20	0.05	90.91	0.18	41.00	0.41	1.57	52.29	87.49	55.21	8.57	19.82	14.19	3.54	5.93	5.78	0.38	1
30	110	MIXTLADE ALTAMIRANO	22.52	32.21	5.12	9.04	1.17	0.50	83.39	0.52	52.97	0.23	5.29	28.23	42.93	4.64	17.24	18.57	1.75	10.53	1.64	0.28	1	
30	159	TEHUÍFANGO	9.32	49.56	7.48	4.47	3.96	1.68	57.12	0.87	68.65	0.79	1.77	28.11	71.06	44.09	5.63	25.91	11.37	7.89	4.81	3.59	0.22	1
8	008	BATÓFILAS	44.02	13.35	8.01	17.40	9.44	4.84	28.74	7.42	42.59	12.90	2.66	70.42	85.48	58.97	5.17	9.32	11.02	3.11	41.33	4.56	0.73	2
20	118	SAN BARTOLOMÉ QUIJANA	87.22	95.78	4.35	40.82	46.01	57.63	55.99	35.70	87.21	12.90	2.66	70.42	85.48	58.97	5.17	9.32	11.02	3.11	41.33	4.56	0.73	2
21	075	HUEYAPAN	88.11	90.65	14.14	24.92	48.47	12.28	75.83	4.83	82.67	3.40	5.84	75.80	88.86	61.75	23.65	38.07	21.68	3.22	15.14	8.12	0.71	2
20	331	SAN PEDRO TIDÁ	94.42	90.50	2.26	47.03	32.94	12.23	95.84	5.82	81.83	3.21	2.86	72.08	88.11	76.47	17.66	21.30	14.35	4.73	20.07	11.90	0.72	2
7	045	RAYÓN	74.05	75.94	52.53	44.22	53.94	2.83	80.67	12.72	63.78	4.41	8.18	65.70	82.86	59.56	23.05	12.54	17.48	8.40	5.11	17.30	1.82	2
18	005	HUÁJICORI	62.23	69.34	25.83	39.51	56.10	15.24	62.31	24.90	67.80	6.25	9.47	80.71	94.18	75.83	33.51	13.55	15.11	9.29	23.13	16.49	1.83	2
15	105	TILATLAVA	30.23	94.00	21.15	73.50	18.17	12.43	39.26	54.24	84.55	17.29	3.95	73.23	90.23	63.70	30.40	12.65	9.77	20.95	19.45	24.72	1.51	2
20	373	SANTA CATARINA ZAFOQUILA	71.13	95.96	18.98	68.37	25.31	7.79	64.96	12.13	70.47	4.28	4.40	77.84	90.48	64.29	22.55	22.87	12.22	6.86	3.78	17.84	1.63	2
15	046	TEMASCATEPEC	72.20	91.86	18.12	66.60	31.35	16.42	38.59	21.90	80.36	15.22	6.55	83.32	90.02	61.17	29.01	14.85	15.04	10.85	22.78	14.88	1.53	2
65	95	IXTLATLILCO	65.95	84.85	59.21	53.90	47.46	28.85	86.54	28.07	83.06	9.12	24.62	68.79	82.09	60.02	31.25	33.27	25.15	14.02	6.38	20.12	3.02	3
20	152	IXTLATLILCO	89.74	95.53	14.23	76.31	88.88	48.04	88.64	15.41	90.74	17.64	2.66	84.20	89.82	60.76	22.87	17.07	16.94	3.97	28.14	7.20	0.53	3
16	027	CHILCANDIRO	82.50	99.35	37.43	83.72	47.27	38.86	73.58	57.57	97.26	9.87	8.51	88.66	91.34	65.74	40.42	22.23	19.38	12.03	10.14	23.49	1.16	3
15	034	ECATZINGO	85.98	94.93	26.42	74.40	37.80	28.03	61.03	30.03	81.70	6.84	10.85	82.69	92.51	68.40	32.30	15.25	21.85	15.72	8.47	23.55	2.19	3
23	007	LAZARO CÁRDENAS	91.86	90.85	27.35	69.86	51.03	35.68	61.03	39.62	86.01	11.84	13.07	81.80	87.04	68.49	32.09	15.75	20.35	12.14	6.14	20.83	2.61	3
7	017	CINTALAPA	67.29	88.43	60.77	73.55	36.45	21.57	72.61	53.16	89.89	42.16	16.07	82.34	76.99	52.42	22.97	20.84	17.46	25.27	11.42	18.14	0.58	3
16	015	COMCOMÁN DE VÁZQUEZ PALLARES	66.01	75.64	45.79	68.26	44.68	25.12	70.53	53.16	89.89	42.16	16.07	82.34	76.99	52.42	22.97	20.84	17.46	25.27	11.42	18.14	0.58	3
21	054	CHENAUTLA	83.20	94.75	37.54	61.67	85.31	38.53	90.84	14.04	93.51	6.16	16.00	75.23	80.53	48.08	19.36	33.46	21.02	6.47	11.00	11.55	0.92	3
24	051	VILLA HICALGO	83.74	88.40	26.39	82.03	71.34	72.34	78.95	48.33	89.90	26.70	26.67	86.33	94.04	63.87	27.32	13.12	15.26	11.42	6.43	15.36	1.53	4
15	011	GENERAL CEFEDA	90.97	95.57	43.44	72.49	82.09	11.54	54.11	79.49	62.30	88.03	23.71	49.23	88.24	61.10	32.44	12.58	19.67	17.04	8.89	13.87	1.86	4
21	063	ESPERANZA	88.99	96.97	54.65	81.94	86.60	57.63	87.64	20.39	91.36	17.06	16.35	82.20	89.22	57.13	31.32	23.56	20.83	10.39	10.62	16.24	1.54	4
20	023	CUMBARCO	54.88	95.06	80.79	80.64	79.26	19.51	86.21	45.78	84.84	12.95	10.35	89.06	99.29	71.15	40.27	17.48	21.30	20.74	9.25	23.29	5.15	4
30	023	ACATZINGO	58.97	90.09	66.60	77.28	76.23	22.43	82.81	48.25	83.79	10.52	31.61	80.39	94.16	78.07	41.97	21.91	23.04	21.72	16.43	30.73	4.16	4
20	523	SANTO DOMINGO YANHUJITÁN	87.78	93.63	27.59	75.50	52.54	31.25	91.41	44.58	94.76	18.23	25.29	90.25	97.07	84.65	35.58	23.74	13.62	15.90	17.40	26.26	3.10	4
20	109	SAN ANTONIO NANHUATIPÁN	90.11	96.34	49.33	81.92	45.87	19.48	89.95	49.39	94.25	11.23	51.37	86.73	94.58	78.86	30.78	10.22	13.40	17.73	10.39	23.61	2.99	4
26	050	RAYÓN	86.51	97.71	61.59	81.92	22.29	67.73	86.47	84.06	96.69	45.33	16.95	84.10	91.35	74.03	33.78	14.16	19.30	20.24	2.16	16.12	2.99	4
18	012	SAN ELIAS	89.42	97.80	74.06	82.77	78.51	35.61	87.74	65.60	94.23	24.08	22.03	83.97	91.36	68.23	41.03	24.70	23.06	18.70	5.39	22.58	2.91	5
22	007	EZEQUEL MONTE	82.67	94.18	69.51	86.31	96.05	62.84	78.40	51.46	84.62	30.69	17.88	84.12	86.67	54.39	33.47	30.84	23.04	19.65	5.35	21.18	2.69	5
14	079	GOMEZ FARIAS	85.77	97.13	80.82	76.82	79.23	53.76	96.80	56.90	96.84	25.63	30.63	85.27	96.39	63.27	35.49	22.94	20.96	15.81	6.92	16.09	2.84	5
15	018	ZINACATEPEC	75.60	96.44	64.89	84.25	68.16	67.16	79.70	40.71	93.40	22.71	30.70	89.48	93.02	70.36	49.27	22.04	22.94	30.77	2.57	27.22	4.56	5
26	021	COLORADA LA	92.23	92.48	87.73	87.89	36.61	28.11	87.13	84.01	93.59	54.79	33.52	93.97	94.36	73.17	37.75	20.45	24.67	22.77	4.10	15.95	1.55	5
31	105	YAXKIBUL	86.31	97.54	59.53	97.29	93.42	59.39	50.40	52.90	93.27	10.66	57.20	90.69	96.02	78.60	42.14	34.63	30.58	9.11	3.95	12.94	1.55	5
30	048	SOLECAQUE	47.45	91.94	78.56	87.95	81.39	32.88	88.44	57.94	92.23	14.63	35.04	89.20	92.70	77.00	51.35	26.62	25.46	26.13	4.37	33.00	5.89	5
19	027	HERRERAS, LOS	89.64	97.37	75.07	96.36	96.72	62.60	96.39	94.73	97.97	63.25	18.36	94.59	93.46	56.56	35.87	20.70	18.25	22.71	1.09	22.88	2.39	6
19	020	GENERAL BRAVO	84.74	90.40	68.59	97.09	95.85	71.28	95.93	84.88	95.89	63.88	27.04	93.19	90.60	60.42	40.62	17.28	21.73	36.30	2.22	21.59	1.80	6
83	82	HERRERAS, LOS	83.82	96.40	76.86	87.14	89.96	71.53	85.98	65.12	96.26	31.20	31.44	89.27	93.48	75.95	52.33	32.60	23.47	33.50	5.17	39.24	6.61	6
93	65	HUAJAPAM DE LEÓN	93.65	99.37	92.93	89.60	83.44	63.93	82.66	47.96	98.15	23.70	42.93	92.44	95.41	78.20	56.36	25.89	27.82	3.19	33.48	6.73	6	
15	072	RAYÓN	93.00	99.13	66.83	93.23	87.24	78.24	89.00	54.88	97.31	38.41	92.10	95.85	77.34	58.97	25.35	25.01	35.98	3.41	22.04	4.25	6	
25	051	LERMA	78.80	98.08	59.87	83.95	93.73	91.04	84.07	81.98	94.36	36.12	49.66	90.80	90.83	73.30	48.07	26.67	24.11	25.06	2.45	26.74	4.45	6
26	047	PITICUITO	93.72	93.44	58.93	87.61	64.42	35.82	91.20	82.66	95.04	53.65	55.86	95.28	94.22	77.32	53.78	28.82	28.46	41.75	1.30	24.86	4.45	6
9	002	AZCAPOTZALCO	99.10	99.94	99.44	99.69	98.07	87.48	91.13	92.33	99.68	40.58	60.34	97.66	97.58	86.82	73.77	38.81	33.27	49.78	1.06	46.36	13.99	7
9	015	CUAUHTEMOC	99.41	99.89	99.52	99.81	98.25	96.69	96.07	90.89	99.48	32.70	53.46	97.91	96.63	84.79	76.42	44.63	34.46	51.17	1.31	49.89	14.73	7
15	020	COACALCO DE BERRIOZABAL	99.15	99.87	99.10	99.61	99.47	94.88	98.10	93.47	99.75	42.39	60.14	98.52	97.55	87.50	78.53	33.97	29.69	50.21	1.44	43.93	12.53	7
19	016	MIGUEL HIDALGO	99.40	99.93	99.51	99.78	97.16	90.44	93.33	93.62	99.70	50.54	51.32	98.10	96.89	84.22	76.93	45						

TABLA L ETIQUETAS NACIONALES (PROPUESTA 2)

LABEL	IND01	IND02	IND03	IND04	IND05	IND06	IND08	IND10	IND11	IND13	IND14	IND15	IND16	IND17	IND18	IND19	IND20	IND22	IND25	IND26	IND27
1	41.4	68.9	15.7	34.0	22.1	12.9	51.1	15.7	64.3	6.4	6.3	61.8	81.0	49.0	15.1	11.8	12.9	5.5	50.4	7.8	0.8
2	69.8	88.0	44.0	64.4	50.5	35.9	72.0	38.6	80.9	19.3	18.3	75.9	86.8	58.2	25.1	17.5	16.9	13.3	29.6	15.3	1.9
3	79.9	92.7	57.8	76.0	63.5	48.3	80.1	50.8	87.4	26.7	27.3	81.5	89.3	62.7	30.8	21.1	18.9	18.7	21.3	18.9	2.7
4	86.3	95.2	68.6	83.9	73.3	58.6	85.4	61.9	91.9	33.3	35.7	85.5	91.0	66.6	36.9	24.6	20.6	23.4	16.5	22.1	3.7
5	90.6	96.8	77.1	89.5	82.1	69.0	89.1	72.0	94.9	41.3	44.2	89.2	92.5	70.6	43.8	28.2	22.6	28.7	12.5	25.5	4.9
6	93.9	98.0	85.3	93.5	89.8	78.8	92.4	81.3	96.9	50.6	54.0	92.5	94.1	75.2	52.5	32.7	25.2	36.2	8.8	30.4	7.1
7	97.2	99.1	93.2	97.3	96.3	89.8	95.9	90.6	98.6	63.4	66.4	95.7	96.2	81.6	64.8	43.2	29.2	47.9	3.8	40.6	11.2

TABLA M: CLASIFICACIÓN OAXACA CON REDES DE KOHONEN (INEGI 2000)

ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI	ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI
20	003	ASUNCIÓN CACALOTEPEC	2	1	1	20	302	SAN PEDRO ATOYAC	2	1	1
20	012	CANDELA LLOXICHA	1	1	1	20	304	SAN PEDRO CANTAROS COXCALTEPEC	2	1	1
20	015	COATECAS ALTAS	2	1	1	20	306	SAN PEDRO EL ALTO	2	1	1
20	016	COICUYÁN DE LAS FLORES	1	1	1	20	309	SAN PEDRO IXCATLÁN	2	1	1
20	017	COMPANIA LA	2	1	1	20	312	SAN PEDRO JICAYÁN	2	1	1
20	024	CUYAMECALCO VILLA DE ZARAGOZA	2	1	1	20	315	SAN PEDRO MÁRTIR	2	1	1
20	027	SAN JUAN CHIQUIHUITLÁN	1	1	1	20	319	SAN PEDRO MIXTEPEC (MIAHUATLÁN)	2	1	1
20	029	EL OXOCHTLÁN DE FLORES MAGÓN	1	1	1	20	322	SAN PEDRO OCOTEPELTLILLO	2	1	1
20	031	TANZIAPAM DEL ESPÍRITU SANTO	1	1	1	20	325	SAN PEDRO QUIATONI	1	1	1
20	040	HUALTEPEC	1	1	1	20	326	SAN PEDRO SOCHIA PAM	2	1	1
20	050	MAGDALENA PENASCO	1	1	1	20	328	SAN PEDRO TAVICHE	2	1	1
20	051	MAGDALENA TETIPAC	2	1	1	20	329	SAN PEDRO TEOZACALCO	2	1	1
20	058	MAZATLÁN VILLA DE FLORES	2	1	1	20	330	SAN PEDRO TEUTILA	2	1	1
20	060	MIXISTLÁN DE LA REFORMA	2	1	1	20	335	SAN PEDRO YANERÍ	1	1	1
20	061	MONJAS	2	1	1	20	337	SAN PEDRO Y SAN PABLO AYUTLA	1	1	1
20	069	PELA	2	1	1	20	344	SAN SEBASTIÁN COATLÁN	1	1	1
20	070	PINOTEPA DE DON LUIS	2	1	1	20	347	SAN SEBASTIÁN RÍO HONDO	2	1	1
20	071	FLAMA HIDA	2	1	1	20	352	SAN SIMÓN ZAHUATLÁN	2	1	1
20	072	SAN JOSÉ DEL PROGRESO	2	1	1	20	354	SANTA ANA ATEIXTLAHUACA	1	1	1
20	085	SAN AGUSTÍN LLOXICHA	1	1	1	20	355	SANTA ANA CUAUHTÉMOC	2	1	1
20	088	SAN ANDRÉS CABECERA NUEVA	2	1	1	20	361	SANTA CATALINA QUIERÍ	2	1	1
20	094	SAN ANDRÉS NUXIÑO	1	1	1	20	366	SANTA CECILIA	1	1	1
20	095	SAN ANDRÉS PAXTLÁN	1	1	1	20	367	SANTA CECILIA MECHOACÁN	2	1	1
20	098	SAN ANDRÉS TEOITILALPAM	2	1	1	20	372	SANTA CECILIA YOSONOTU	1	1	1
20	099	SAN ANDRÉS TEPETLAPA	2	1	1	20	374	SANTA CRUZ ACATEPEC	2	1	1
20	108	SAN ANTONIO HUITEPEC	1	1	1	20	374	SANTA CRUZ ACATEPEC	2	1	1
20	110	SAN ANTONIO SINICAHUA	1	1	1	20	377	SANTA CRUZ ITUNDUJUA	1	1	1
20	111	SAN ANTONIO TEPETLAPA	2	1	1	20	379	SANTA CRUZ NINDACO	2	1	1
20	116	SAN BARTOLOMÉ AYAUTLA	1	1	1	20	382	SANTA CRUZ TACHAHUA	1	1	1
20	117	SAN BARTOLOMÉ LLOXICHA	2	1	1	20	383	SANTA CRUZ TAYATA	1	1	1
20	125	SAN CARLOS YAUTEPEC	2	1	1	20	386	SANTA CRUZ ZENZONTEPEC	1	1	1
20	126	SAN CRISTÓBAL AMATLÁN	2	1	1	20	388	SANTA INÉS DEL MONTE	2	1	1
20	127	SAN CRISTÓBAL AMOLTEPEC	1	1	1	20	390	SANTA LUCÍA MIAHUATLÁN	2	1	1
20	133	SAN FELIPE JALAPA DE DÍAZ	1	1	1	20	393	SANTA LUCÍA OCOTLÁN	2	1	1
20	134	SAN FELIPE JALAPA DE DÍAZ	1	1	1	20	395	SANTA MARÍA APAZCO	1	1	1
20	137	SAN FRANCISCO CAHUACUA	1	1	1	20	396	SANTA MARÍA LA ASUNCIÓN	1	1	1
20	139	SAN FRANCISCO CHAPULAPA	1	1	1	20	406	SANTA MARÍA CHILCHOTLA	1	1	1
20	146	SAN FRANCISCO LOGUECHE	1	1	1	20	407	SANTA MARÍA CHIMALAPA	2	1	1
20	148	SAN FRANCISCO OZOLOTEPEC	2	1	1	20	412	SANTA MARÍA GUIENAGATI	2	1	1
20	152	SAN FRANCISCO TLAPANCINGO	2	1	1	20	420	SANTA MARÍA LACHIXIÓ	2	1	1
20	155	SAN ILDEFONSO SOLA	1	1	1	20	424	SANTA MARÍA OZOLOTEPEC	2	1	1
20	158	SAN JACINTO TLACOTEPEC	2	1	1	20	425	SANTA MARÍA PAPALO	2	1	1
20	159	SAN JERÓNIMO COATLÁN	2	1	1	20	426	SANTA MARÍA PEÑOLES	1	1	1
20	162	SAN JERÓNIMO TAVICHE	2	1	1	20	428	SANTA MARÍA QUIEGOLANI	2	1	1
20	167	SAN JOSÉ DEL PENASCO	2	1	1	20	429	SANTA MARÍA SOLA	2	1	1
20	169	SAN JOSÉ INDEPENDENCIA	1	1	1	20	433	SANTA MARÍA TEMAXCALTEPEC	1	1	1
20	170	SAN JOSÉ LACHIGUIRÍ	1	1	1	20	434	SANTA MARÍA TEOPOXCO	2	1	1
20	171	SAN JOSÉ TENANGO	1	1	1	20	435	SANTA MARÍA TEPANTLALI	1	1	1
20	175	SAN JUAN BAUTISTA ATATLAHUACA	2	1	1	20	436	SANTA MARÍA TEXCATLÁN	2	1	1
20	187	SAN JUAN COATZACOZPAM	1	1	1	20	437	SANTA MARÍA TLAHUITLATEPEC	2	1	1
20	188	SAN JUAN COLOREDADO	2	1	1	20	438	SANTA MARÍA TLALIXTAC	2	1	1
20	189	SAN JUAN COMALTEPEC	1	1	1	20	444	SANTA MARÍA YOLOTEPEC	1	1	1
20	195	SAN JUAN JUQUILA	2	1	1	20	448	SANTA MARÍA ZANIZA	2	1	1
20	200	SAN JUAN JUQUILA MIXES	2	1	1	20	450	SANTIAGO AMOLTEPEC	1	1	1
20	201	SAN JUAN JUQUILA VIÑANOS	2	1	1	20	451	SANTIAGO AFOALA	1	1	1
20	203	SAN JUAN LACHIGALLA	2	1	1	20	454	SANTIAGO ATITLÁN	1	1	1
20	205	SAN JUAN LALANA	2	1	1	20	457	SANTIAGO CAMOTLÁN	1	1	1
20	207	SAN JUAN MALATZÁN	1	1	1	20	460	SANTIAGO CHOAPAM	1	1	1
20	209	SAN JUAN MIXTEPEC (MIAHUATLÁN)	2	1	1	20	465	SANTIAGO IXCUINTEPEC	2	1	1
20	210	SAN JUAN NUMÍ	2	1	1	20	466	SANTIAGO IXTAYUTLA	1	1	1
20	211	SAN JUAN OZOLOTEPEC	2	1	1	20	468	SANTIAGO JOCOTEPEC	1	1	1
20	212	SAN JUAN PETLAPA	1	1	1	20	477	SANTIAGO MINAS	2	1	1
20	217	SAN JUAN TAMAZOLA	1	1	1	20	485	SANTIAGO LAPEXTLA	2	1	1
20	220	SAN JUAN TEPULXILA	2	1	1	20	489	SANTIAGO TETEPPEC	2	1	1
20	225	SAN LORENZO	2	1	1	20	490	SANTIAGO TEXCALCINGO	2	1	1
20	228	SAN LORENZO GUAINECUILTITLA	2	1	1	20	491	SANTIAGO TEXTITLÁN	2	1	1
20	229	SAN LORENZO TEXMELUCÁN	1	1	1	20	492	SANTIAGO TILANTONGO	2	1	1
20	231	SAN LUCAS CAMOTLÁN	1	1	1	20	494	SANTIAGO TLAZOVALTEPEC	1	1	1
20	232	SAN LUCAS OJITLÁN	2	1	1	20	495	SANTIAGO XANICA	1	1	1
20	234	SAN LUCAS ZOQUIAPAM	2	1	1	20	497	SANTIAGO YAITEPEC	2	2	1
20	235	SAN LUIS AMATLÁN	2	1	1	20	498	SANTIAGO YAVEO	2	1	1
20	236	SAN MARCIAL OZOLOTEPEC	1	1	1	20	502	SANTIAGO ZACATEPEC	1	1	1
20	240	SAN MARTÍN ITUNYOSO	1	1	1	20	509	SANTO DOMINGO DE MORELOS	2	1	1
20	242	SAN MARTÍN PERAS	1	1	1	20	511	SANTO DOMINGO NUXAÁ	1	1	1
20	248	SAN MATEO DEL MAR	2	1	1	20	512	SANTO DOMINGO OZOLOTEPEC	2	1	1
20	252	SAN MATEO PENASCO	2	1	1	20	514	SANTO DOMINGO ROAYAGA	1	1	1
20	253	SAN MATEO PINAS	1	1	1	20	517	SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC	1	1	1
20	254	SAN MATEO RÍO HONDO	2	1	1	20	521	SANTO DOMINGO TONALTEPEC	2	1	1
20	255	SAN MATEO SINDIHUI	2	1	1	20	526	SANTOS REYES NOPALA	2	1	1
20	263	SAN MIGUEL COATLÁN	1	1	1	20	527	SANTOS REYES PAPALO	2	1	1
20	264	SAN MIGUEL CHICAHUA	1	1	1	20	527	SANTOS REYES YULIÚA	2	1	1
20	266	SAN MIGUEL DEL PUERTO	2	1	1	20	527	SANTO TOMÁS OCOTEPEC	2	1	1
20	270	SAN MIGUEL HUATEPEC	1	1	1	20	534	SAN VICENTE COATLÁN	2	1	1
20	271	SAN MIGUEL MIXTEPEC	2	1	1	20	535	SAN VICENTE LACHIXIÓ	2	1	1
20	272	SAN MIGUEL PANIXTLAHUACA	2	1	1	20	543	TALTALTEPEC DE VALDÉS	2	1	1
20	273	SAN MIGUEL PERAS	1	1	1	20	563	YOGANA	2	1	1
20	274	SAN MIGUEL PIEDRAS	2	1	1	20	564	YUTANDUCHI DE GUERRERO	2	1	1
20	275	SAN MIGUEL QUETZALTEPEC	2	1	1	20	566	ZAPOTITLÁN DEL RÍO	1	1	1
20	276	SAN MIGUEL SANTA FLOR	1	1	1	20	007	ZAPOTITLÁN DEL RÍO	2	2	2
20	277	VILLA SOLA DE VEGA	1	1	1	20	008	ASUNCIÓN TLACOLULITA	2	2	2
20	279	SAN MIGUEL SICHIXTEPEC	2	1	1	20	009	AYOTZINTEPEC	2	2	2
20	284	SAN MIGUEL TLACHIQUAM	2	2	1	20	011	CALIHUALA	2	1	2
20	288	SAN MIGUEL YOTAO	2	1	1	20	018	CONCEPCIÓN BUENAVISTA	2	2	2
20	292	SAN PABLO CUATRO VENADOS	1	1	1						
20	297	SAN PABLO TUALTEPEC	1	1	1						

APÉNDICE: TABLA M (CONTINUACIÓN)

TABLA M: CLASIFICACIÓN OAXACA CON REDES DE KOHONEN (INEGI 2000)

ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI	ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI
20	019	CONCEPCIÓN PÁPALO	2	1	2	20	259	SAN MIGUEL AHUEHUETITLÁN	2	2	2
20	020	CONSTANCIA DEL ROSARIO	2	2	2	20	260	SAN MIGUEL ALOÁPAM	2	2	2
20	026	CHALCATONGO DE HIDALGO	2	2	2	20	261	SAN MIGUEL AMATITLÁN	2	1	2
20	028	EUJTLA DE CRESPO	2	2	2	20	262	SAN MIGUEL AMATLÁN	2	2	2
20	032	FRESNILLO DE TRUJANO	2	2	2	20	265	SAN MIGUEL CHIMALAPA	2	2	2
20	036	GUEVEA DE LIMOLDT	2	1	2	20	268	SAN MIGUEL EUJTLA	2	2	2
20	037	IGUINES HIDALGO	2	1	2	20	269	SAN MIGUEL EL GRANDE	2	2	2
20	038	VILLA HIDALGO	2	2	2	20	278	NUEVO SOYALTEPEC	2	1	2
20	041	HUAHUJTLA DE JIMÉNEZ	2	1	2	20	280	SAN MIGUEL TALEA DE CASTRO	2	2	2
20	042	IXTLÁN DE JUÁREZ	2	2	2	20	282	SAN MIGUEL TENANGO	2	2	2
20	046	MAGDALENA JALTEPEC	2	2	2	20	283	SAN MIGUEL TEQUIXTEPEC	2	2	2
20	047	SANTA MAGDALENA JICOTLÁN	3	2	2	20	285	SAN MIGUEL TLACAMAMA	2	1	2
20	048	MAGDALENA MIXTEPEC	2	1	2	20	286	SAN MIGUEL TLACOTEPEC	2	2	2
20	049	MAGDALENA OCOTLÁN	2	1	2	20	287	SAN MIGUEL TLACATEPEC	3	2	2
20	054	MAGDALENA ZAHUATLÁN	2	2	2	20	289	SAN MIGUEL TULACATEPEC	2	1	2
20	056	MÁRTIRES DE TACUBAYA	2	2	2	20	291	SAN PABLO COATLÁN	2	1	2
20	064	NEJAPA DE MADERO	2	2	2	20	296	SAN PABLO MACULIUTIANGUIS	2	1	2
20	074	SANTA CATARINA QUIOQUITANI	2	1	2	20	299	SAN PABLO YAGANIZA	2	2	2
20	080	SAN AGUSTÍN AMATENGO	2	2	2	20	300	SAN PEDRO AMUZGOS	2	1	2
20	082	SAN AGUSTÍN CHAYUCO	2	1	2	20	303	SAN PEDRO CAJONOS	2	2	2
20	086	SAN AGUSTÍN TLACOTEPEC	2	1	2	20	307	SAN PEDRO HUAMELULA	2	2	2
20	090	SAN ANDRÉS HUAXPALTEPEC	2	2	2	20	311	SAN PEDRO JALTEPETONGO	2	1	2
20	093	SAN ANDRÉS LAGUNAS	2	2	2	20	313	SAN PEDRO JOCOTIPAC	2	1	2
20	097	SAN ANDRÉS SOLAGA	2	1	2	20	314	SAN PEDRO JUCHATENGO	3	2	2
20	100	SAN ANDRÉS YAA	2	2	2	20	316	SAN PEDRO MÁRTIR QUIECHAPA	2	1	2
20	101	SAN ANDRÉS ZABACHE	2	2	2	20	317	SAN PEDRO MÁRTIR YUCUXACO	2	1	2
20	104	SAN ANTONINO EL ALTO	2	1	2	20	320	SAN PEDRO MOLINOS	2	1	2
20	105	SAN ANTONINO MONTE VERDE	2	1	2	20	321	SAN PEDRO NOPALA	2	1	2
20	106	SAN ANTONIO ACUTLA	3	2	2	20	331	SAN PEDRO TIDÁA	2	2	2
20	112	SAN BALTAZAR CHICHICAPAM	2	2	2	20	332	SAN PEDRO TOPILTEPEC	2	2	2
20	113	SAN BALTAZAR CHICHICAPAM	2	2	2	20	336	SAN PEDRO YUQUÍ	2	1	2
20	114	SAN BALTAZAR YUCUCHI EL BAJO	3	2	2	20	345	SAN SEBASTIÁN IXCAPA	2	2	2
20	118	SAN BARTOLOME QUILANA	2	2	2	20	346	SAN SEBASTIÁN NICANANDUTA	3	2	2
20	119	SAN BARTOLOME YUCUANE	2	1	2	20	348	SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAHUACA	2	1	2
20	120	SAN BARTOLOME ZOOGOCHO	2	2	2	20	349	SAN SEBASTIÁN TEITIPAC	2	1	2
20	121	SAN BARTOLO SOYALTEPEC	2	2	2	20	351	SAN SIMÓN ALMOLONGAS	2	2	2
20	122	SAN BARTOLO YAUTEPEC	2	2	2	20	353	SANTA ANA	2	1	2
20	123	SAN BERNARDO MIXTEPEC	2	2	2	20	357	SANTA ANA TAVELA	2	1	2
20	128	SAN CRISTÓBAL LACHIRIOAG	2	2	2	20	358	SANTA ANA TAYAYAN	2	2	2
20	130	SAN DIONISIO DE MAR	2	2	2	20	359	SANTA ANA YARENI	2	1	2
20	131	SAN DIONISIO OCOTEPEC	2	2	2	20	360	SANTA ANA ZEGACHE	2	1	2
20	135	SAN FELIPE TEJALAPAM	2	1	2	20	362	SANTA CATARINA CUIXTLA	2	2	2
20	136	SAN FELIPE USILA	2	1	2	20	363	SANTA CATARINA IXTEPEJI	2	2	2
20	138	SAN FRANCISCO CAJONOS	3	2	2	20	364	SANTA CATARINA JUQUILA	2	1	2
20	140	SAN FRANCISCO CHINDÚA	2	2	2	20	365	SANTA CATARINA LACHATAO	2	2	2
20	142	SAN FRANCISCO HUEHUETLÁN	2	1	2	20	368	SANTA CATARINA MINAS	2	1	2
20	144	SAN FRANCISCO JALTEPETONGO	2	2	2	20	370	SANTA CATARINA TAYATA	2	2	2
20	147	SAN FRANCISCO NUXARO	2	1	2	20	371	SANTA CATARINA TICUÁ	2	2	2
20	149	SAN FRANCISCO SOLA	2	1	2	20	373	SANTA CATARINA ZAPOQUILA	2	2	2
20	151	SAN FRANCISCO TEOPAN	2	1	2	20	378	SANTA CRUZ MIXTEPEC	2	1	2
20	153	SAN GABRIEL MIXTEPEC	2	1	2	20	380	SANTA CRUZ PAPANUTLA	2	2	2
20	154	SAN ILDEFONSO AMATLÁN	2	1	2	20	384	SANTA CRUZ XITLA	2	2	2
20	161	SAN JERÓNIMO SOSOLA	2	1	2	20	389	SANTA INÉS YATZECHE	2	1	2
20	163	SAN JERÓNIMO TECOATL	2	1	2	20	394	SANTA MARÍA ALOTEPEC	2	1	2
20	164	SAN JORGE NUCHITA	2	2	2	20	402	SANTA MARÍA CORTIJO	2	2	2
20	168	SAN JOSÉ ESTANCIA GRANDE	2	2	2	20	408	SANTA MARÍA DEL ROSARIO	2	2	2
20	172	SAN JUAN ACHIUTLA	2	2	2	20	410	SANTA MARÍA ECATEPEC	2	1	2
20	173	SAN JUAN ATEPEC	2	1	2	20	414	SANTA MARÍA HUAZOLITLÁN	2	2	2
20	176	SAN JUAN BALTISTA COIXTLAHUACA	2	1	2	20	415	SANTA MARÍA IPALAPA	2	2	2
20	179	SAN JUAN BALTISTA JAYACATLÁN	2	1	2	20	416	SANTA MARÍA IXCATLÁN	2	1	2
20	180	SAN JUAN BALTISTA LO DE SOTO	2	2	2	20	417	SANTA MARÍA JACATEPEC	2	2	2
20	181	SAN JUAN BALTISTA SUCHITEPEC	2	2	2	20	419	SANTA MARÍA JALTIANGUIS	2	2	2
20	182	SAN JUAN BALTISTA TLACATEPEC	2	1	2	20	422	SANTA MARÍA NATIVITAS	2	2	2
20	183	SAN JUAN BALTISTA CHICHILCO	2	2	2	20	423	SANTA MARÍA NDUAYACO	2	2	2
20	190	SAN JUAN COTZOCON	2	2	2	20	430	SANTA MARÍA TATALTEPEC	2	2	2
20	191	SAN JUAN CHICOMEZÚCHIL	2	2	2	20	432	SANTA MARÍA TEMAXCALAPA	2	2	2
20	196	SAN JUAN EVANGELISTA ANÁLCO	3	2	2	20	439	SANTA MARÍA TONAMECA	2	1	2
20	198	SAN JUAN GUICHICOVÍ	2	2	2	20	440	SANTA MARÍA TOTOLAPILLA	2	2	2
20	199	SAN JUAN IHUALTEPEC	2	2	2	20	442	SANTA MARÍA YALINA	3	2	2
20	202	SAN JUAN LACHAO	2	1	2	20	443	SANTA MARÍA YAVESIA	2	2	2
20	204	SAN JUAN LAJARCIA	2	2	2	20	445	SANTA MARÍA YOSOYUA	2	1	2
20	206	SAN JUAN DE LOS QUES	2	2	2	20	446	SANTA MARÍA YUCUHITI	2	1	2
20	208	SAN JUAN MIXTEPEC (JUXTLAHUACA)	2	2	2	20	447	SANTA MARÍA ZACATEPEC	2	2	2
20	213	SAN JUAN QUIAHUIJE	2	2	2	20	449	SANTA MARÍA ZOQUITLÁN	2	2	2
20	214	SAN JUAN QUIOTEPEC	2	2	2	20	452	SANTIAGO APOSTOL	2	2	2
20	216	SAN JUAN TABAÁ	2	2	2	20	455	SANTIAGO AYUQUILLILLA	2	1	2
20	218	SAN JUAN TEITIA	2	2	2	20	458	SANTIAGO COMALTEPEC	2	2	2
20	219	SAN JUAN TEITIPAC	2	2	2	20	461	SANTIAGO DEL RÍO	2	2	2
20	221	SAN JUAN TEPOSCOLULA	2	2	2	20	463	SANTIAGO HUAJUICILLA	2	2	2
20	222	SAN JUAN TEPEHUALTEPEC	2	2	2	20	464	SANTIAGO IHUALTÁN PLUMAS	2	2	2
20	223	SAN JUAN YATZONA	2	2	2	20	470	SANTIAGO LACHIGUIRI	2	1	2
20	226	SAN LORENZO ALBARRADAS	2	2	2	20	471	SANTIAGO LALOPE	2	1	2
20	230	SAN LORENZO VICTORIA	3	2	2	20	473	SANTIAGO LAXOPA	2	1	2
20	233	SAN LUCAS QUIAVINI	2	2	2	20	474	SANTIAGO LLANO GRANDE	2	2	2
20	238	SAN MARTÍN DE LOS CANSECOS	2	2	2	20	475	SANTIAGO MATATLÁN	2	1	2
20	239	SAN MARTÍN HUAMELULPAM	2	2	2	20	476	SANTIAGO MILTEPEC	2	2	2
20	241	SAN MARTÍN LACHILALA	2	2	2	20	478	SANTIAGO NAGALTEPEC	2	1	2
20	244	SAN MARTÍN TAPALAPAN	2	2	2	20	479	SANTIAGO NEJAPAM	2	2	2
20	246	SAN MATEO COXCOXCO	2	2	2	20	480	SANTIAGO NUNDICHE	2	1	2
20	249	SAN MATEO YOLOXOCHITLÁN	2	1	2	20	481	SANTIAGO NUYOO	2	1	2
20	250	SAN MATEO YULATONGO	2	1	2	20	487	SANTIAGO TENANGO	2	1	2
20	251	SAN MATEO NEJAPAM	2	1	2	20	488	SANTIAGO TEPETLAPA	2	2	2
20	256	SAN MATEO TLAPILTEPEC	3	2	2	20	500	SANTIAGO YOSONDÚA	2	1	2
20	257	SAN MELCHOR BETAZA	2	1	2	20	503	SANTIAGO ZOOCHILA	3	2	2
20	258	SAN MIGUEL ACHIUTLA	2	1	2	20	504	NUEVO ZOQUIAPAM	3	2	2

APÉNDICE: TABLA M (CONTINUACIÓN)

TABLA M: CLASIFICACIÓN OAXACA CON REDES DE KOHONEN (INEGI 2000)

ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI	ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI
20	506	SANTO DOMINGO ALBARRADAS	2	2	2	20	486	VILLA TEJUPAM DE LA UNIÓN	3	2	3
20	507	SANTO DOMINGO ARMENTA	2	1	2	20	496	SANTIAGO XIACUI	3	2	3
20	510	SANTO DOMINGO IXCATLÁN	2	1	2	20	501	SANTIAGO YUCUYACHI	2	2	3
20	513	SANTO DOMINGO PETAPA	2	2	2	20	518	SANTO DOMINGO TLATAYAPAM	3	2	3
20	516	SANTO DOMINGO TEJOMULCO	2	1	2	20	519	SANTO DOMINGO TOMALTEPEC	3	2	3
20	522	SANTO DOMINGO XAGACIA	2	2	2	20	520	SANTO DOMINGO TONALÁ	3	2	3
20	530	SANTO TOMÁS JALIEZA	2	2	2	20	524	SANTO DOMINGO YODOHINO	3	2	3
20	536	SAN VICENTE NUNU	2	2	2	20	525	SANTO DOMINGO ZANATEPEC	4	3	3
20	538	SITIO DE XITLAPEHUA	2	2	2	20	528	SANTOS REYES TEPEJILLO	4	3	3
20	541	TANETZE DE ZARAGOZA	2	2	2	20	531	SANTO TOMÁS MAZALTEPEC	2	2	3
20	542	TANICHE	2	2	2	20	533	SANTO TOMÁS TAMAZULAPAM	2	2	3
20	544	TECOCUILCO DE MARCOS PÉREZ	2	2	2	20	537	SILCAYOAPAM	2	2	3
20	548	TEPELME VILLA DE MORELOS	2	1	2	20	547	TEOTONGO	3	2	3
20	549	TEPELME VILLA DE MORELOS Y LUNA	2	2	2	20	550	SAN ANTONINO TLACOCCHAHUAYA	3	2	3
20	552	TECATLÁN DE GILYA Y LUNA	2	2	2	20	556	TRINIDAD VISTA HERMOSA, LA	3	2	3
20	554	TOTONTEPEC VILLA DE MORELOS	2	1	2	20	558	ZAPOTITLÁN PALMAS	2	2	3
20	555	TRINIDAD ZAACHILA	2	1	2	20	570	ZIMATLÁN DE ALVÁREZ	3	2	3
20	558	VALERIO TRUJANO	2	2	2	20	005	ASUNCIÓN IXTLATEPEC	4	3	5
20	559	SAN JUAN BAUTISTA VALLE NACIONAL	2	2	2	20	006	ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	3	2	5
20	560	VILLA DÍAZ ORDAZ	2	2	2	20	021	COSOLAPA	4	3	5
20	561	YAXE	2	1	2	20	023	CUILAPAM DE GUERRERO	3	2	5
20	562	MAGDALENA YODOCONO DE PORFIRIO	2	2	2	20	025	CHAHUITES	4	3	5
20	567	ZARAGOZA LA	2	2	2	20	043	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	6	5	5
20	569	SANTA INÉS DE ZARAGOZA	2	1	2	20	044	LOMA BONITA	4	3	5
20	002	ACATLÁN DE PÉREZ FIGUEROA	3	2	3	20	045	MAGDALENA APASCO	5	3	5
20	004	ASUNCIÓN CUYOTEPÉ	2	2	3	20	053	MAGDALENA TLACOTEPEC	4	3	5
20	013	CIÉNEGA DE ZIMATLÁN	4	3	3	20	057	MATÍAS ROMERO	4	3	5
20	022	COSOLTEPEC	3	2	3	20	062	NATIVIDAD	3	2	5
20	034	GUADALUPE RAMÍREZ	4	3	3	20	068	OCOTLÁN DE MORELOS	3	2	5
20	052	MAGDALENA TEQUISISTLÁN	4	3	3	20	075	REFORMA DE FINEDA	4	3	5
20	059	MARISCALA DE ILLICHA Y LUNA	3	2	3	20	077	SAN FRANCISCO TLACOCCHAHUAYA	3	2	3
20	059	MIHUATLÁN DE PORFIRIO DÍAZ	3	2	3	20	078	ROJAS DE CHALUHTEMOC	5	3	5
20	065	IXPANTEPEC NIEVES	2	2	3	20	083	SAN AGUSTÍN DE LAS JUNTAS	5	3	5
20	066	SANTIAGO NILTEPEC	4	3	3	20	087	SAN AGUSTÍN YATARENI	4	3	5
20	073	PÜTLA VILLA DE GUERRERO	3	2	3	20	096	SAN ANDRÉS SINAXTLA	5	3	5
20	076	REFORMA, LA	2	2	3	20	102	SAN ANDRÉS ZAULTA	5	3	5
20	081	SAN AGUSTÍN ATENANGO	3	2	3	20	103	SAN ANTONINO CASTILLO VELASCO	3	2	5
20	089	SAN ANDRÉS DÍNIZ	3	2	3	20	107	SAN ANTONIO DE LA CAL	5	3	5
20	092	SAN ANTONIO IXTLAHUACA	3	2	3	20	115	SAN ANTONIO OYOTEPEC	5	3	5
20	109	SAN ANTONIO NANAHUATIPAM	3	3	3	20	120	SAN CRISTÓBAL SUCHIXTLAHUACA	3	2	5
20	124	SAN BLAS ATEMPA	3	2	3	20	132	SAN DIONISIO OCOTLÁN	3	2	5
20	141	SAN FRANCISCO DEL MAR	3	2	3	20	145	SAN FRANCISCO LACHIGOLO	3	2	5
20	143	SAN FRANCISCO IXHUATÁN	4	3	3	20	150	SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	4	3	5
20	156	SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	3	2	3	20	178	SAN JUAN BAUTISTA GUELACHE	5	3	5
20	160	SAN JERÓNIMO SILCAYOAPILLA	3	2	3	20	184	SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	4	3	5
20	165	SAN JOSÉ AYUQUILA	2	2	3	20	192	SAN JUAN CHILATECA	5	3	5
20	166	SAN JOSÉ CHILTEPEC	3	2	3	20	227	SAN LORENZO CACAOTEPEC	5	3	5
20	177	SAN JUAN BAUTISTA CUICATLÁN	3	2	3	20	247	CAPULALPAM DE MENDEZ	5	3	5
20	185	SAN JUAN CACAHUATEPEC	2	2	3	20	294	SAN PABLO HUITZO	3	2	5
20	186	SAN JUAN CIENEGUILLA	3	2	3	20	295	SAN PABLO HUIXTEPEC	3	2	5
20	193	SAN JUAN DEL ESTADO	3	2	3	20	318	SAN PEDRO MIXTEPEC (JUQUILA)	4	3	5
20	194	SAN JUAN DEL RÍO	4	3	3	20	339	SAN PEDRO Y SAN PABLO TEPOSCOL	3	2	5
20	197	SAN JUAN GUELAVIA	2	1	3	20	397	HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	3	2	5
20	215	SAN JUAN SAYULTEPEC	3	2	3	20	399	SANTA MARÍA ATZOMPA	3	2	5
20	224	SAN JUAN YUCUITA	3	2	3	20	403	SANTA MARÍA COYOTEPEC	5	3	5
20	237	SAN MARCOS ARTEAGA	4	3	3	20	413	SANTA MARÍA HUATULCO	4	3	5
20	243	SAN MARTÍN TILCAJETE	3	2	3	20	418	SANTA MARÍA JALAPA DEL MARQUES	4	3	5
20	245	SAN MARTÍN ZACATEPEC	2	2	3	20	421	SANTA MARÍA MIXTEQUILLA	4	3	5
20	267	SAN MIGUEL DEL RÍO	3	2	3	20	462	SANTIAGO HUIJOLOTLÁN	4	3	5
20	281	SAN MIGUEL TECOMATLÁN	3	2	3	20	472	SANTIAGO LAOLLAGA	4	3	5
20	290	SAN NICOLÁS HIDALGO	4	3	3	20	493	SANTIAGO TILLO	5	3	5
20	298	SAN PABLO VILLA DE MITLA	3	2	3	20	499	SANTIAGO YCOMÉCATL	4	3	5
20	301	SAN PEDRO APOSTOL	2	2	3	20	505	SANTO DOMINGO INGENIO	4	3	5
20	308	SAN PEDRO HUATLALHUACA	3	2	3	20	509	SANTO DOMINGO TLANCAYAN	4	3	5
20	310	SAN PEDRO IXTLAHUACA	3	2	3	20	515	SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	4	3	5
20	324	SAN PEDRO POCHUTLA	3	2	3	20	523	SANTO DOMINGO YANHUITLÁN	3	2	5
20	327	SAN PEDRO TAPANATEPEC	4	3	3	20	539	SOLEDAD ETLA	5	3	5
20	333	SAN PEDRO TOTOLAPA	3	2	3	20	540	VILLA DE TAMAZULAPAM DEL PROGRESO	4	3	5
20	334	SAN PEDRO TUTUTEPEC	2	2	3	20	545	TEOTITLÁN DE FLORES MAGÓN	5	3	5
20	340	SAN PEDRO Y SAN PABLO TEQUIXTEPEC	3	2	3	20	546	TEOTITLÁN DEL VALLE	4	3	5
20	341	SAN PEDRO YUCUNAMA	3	2	3	20	551	TLACOLULA DE MATAMOROS	4	3	5
20	342	SAN RAYMUNDO JALPAN	3	2	3	20	553	TLALIXTAC DE CABRERA	3	2	5
20	343	SAN SEBASTIÁN ABASOLO	3	2	3	20	555	VILLA DE ZAACHILA	3	2	5
20	356	SANTA ANA DEL VALLE	2	1	3	20	010	BARRIO DE LA SOLEDAD, EL	6	5	6
20	369	SANTA CATARINA QUIANÉ	3	2	3	20	014	CIUDAD IXTEPEC	6	5	6
20	376	SANTA CRUZ DE BRAVO	2	2	3	20	033	GUADALUPE ETLA	5	3	6
20	381	SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	4	3	3	20	035	GUELATAO DE JUÁREZ	5	3	6
20	387	SANTA GERTRUDIS	3	2	3	20	039	HUAJUPAM DE LEÓN	6	5	6
20	398	AVOQUEZCO DE ALDAMA	3	2	3	20	063	NAZARENO ETLA	6	5	6
20	400	SANTA MARÍA CAMOTLÁN	3	2	3	20	084	SAN AGUSTÍN ETLA	5	3	6
20	401	SANTA MARÍA COLOTEPEC	3	2	3	20	174	ANIMAS TRUJANO	6	5	6
20	404	SANTA MARÍA CHACHOAPAM	3	2	3	20	305	SAN PEDRO COMITANCILLO	6	5	6
20	405	SANTA MARÍA CHILAPA DE DÍAZ	4	3	3	20	338	VILLA DE ETLA	5	3	6
20	411	SANTA MARÍA GUELACÉ	3	2	3	20	385	SANTA CRUZ XOXCOTLÁN	6	5	6
20	427	SANTA MARÍA PETAPA	3	2	3	20	557	UNIÓN HIDALGO	6	5	6
20	431	SANTA MARÍA TECOMAVACA	3	2	3	20	030	ESPINAL, EL	6	5	7
20	441	SANTA MARÍA XADANI	3	2	3	20	067	OAXACA DE JUÁREZ	6	5	7
20	453	SANTIAGO ASTAIXTEPEC	3	2	3	20	070	SANTA CRUZ	6	5	7
20	456	SANTIAGO CACALOXTEPEC	3	2	3	20	091	SAN ANDRÉS HUAYAPAM	6	5	7
20	459	SANTIAGO CHAZULUBA	3	2	3	20	157	SAN JACINTO AMILPAS	6	5	7
20	467	SANTIAGO JAMILTEPEC	2	2	3	20	293	SAN PABLO ETLA	6	5	7
20	469	SANTIAGO JUXTLAHUACA	2	2	3	20	350	SAN SEBASTIÁN TUTLA	6	5	7
20	482	SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL	3	2	3	20	375	SANTA CRUZ AMILPAS	6	5	7
20	483	SANTIAGO SUCHILQUITONGO	3	2	3	20	390	SANTA LUCÍA DEL CAMINO	6	5	7
20	484	SANTIAGO TAMAZOLA	2	2	3	20	409	SANTA MARÍA DEL TULE	6	5	7

TABLA N: CLASIFICACIÓN HIDALGO CON REDES DE KOHONEN (INEGI 2000)

ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI
13	027	HUEHUETLA	2	2	1
13	053	SAN BARTOLO TUTOTEPEC	2	2	1
13	062	TEPEHUACÁN DE GUERRERO	2	2	1
13	078	XOCHIATIPAN	2	2	1
13	080	YAHUALICA	2	2	1
13	002	ACAXOCHITLÁN	2	2	2
13	011	ATLAPEXCO	2	2	2
13	014	CALNALI	3	2	2
13	025	HUAUTLA	2	2	2
13	026	HUAZALINGO	2	2	2
13	032	JALTOCÁN	3	2	2
13	034	LOTLA	3	2	2
13	040	MISION, LA	2	2	2
13	043	NICOLÁS FLORES	2	2	2
13	046	SAN FELIPE ORIZATLÁN	2	2	2
13	047	PACULA	2	2	2
13	049	PISAFLORES	2	2	2
13	068	TIANGUISTENGO	2	2	2
13	071	TLAHUILTEPA	2	2	2
13	073	TLANCHINOL	2	2	2
13	001	TACATLÁN	4	2	3
13	004	AGUA BLANCA DE ITURBIDE	2	2	3
13	006	ALFAJAYUCAN	4	3	3
13	015	CARDONAL	4	3	3
13	017	CHAPANTONGO	4	3	3
13	018	CHAPULHUACÁN	3	2	3
13	019	CHILCUAUTLA	5	3	3
13	020	ELOXOCHITLÁN	5	3	3
13	024	HUASCA DE OCAMPO	4	3	3
13	028	HUEJUTLA DE REYES	2	2	3
13	031	JACALA DE LEDEZMA	5	3	3
13	033	JUÁREZ HIDALGO	3	2	3
13	037	METZITLÁN	3	3	3
13	038	MINERAL DEL CHICO	3	2	3
13	042	MOLANGO DE ESCAMILLA	5	2	3
13	045	OMITLÁN DE JUÁREZ	3	2	3
13	057	SINGUILUCAN	4	3	3
13	059	TEOZAUTLA	4	3	3
13	060	TENANGO DE DORIA	2	2	3
13	079	XOCHICOATLÁN	5	3	3
13	005	AJACUBA	6	5	5
13	007	ALMOLLOYA	5	3	5
13	009	ARENAL EL	5	4	5
13	012	ÁTOTONILCÓ EL GRANDE	5	3	5
13	016	CUAUTEPEC DE HINOJOSA	5	3	5
13	022	EPAZOYUCAN	6	4	5
13	029	HUICHAPAN	5	3	5
13	030	IXMIQUILPAN	6	4	5
13	035	METEPEC	5	3	5
13	036	SAN AGUSTÍN METZQUITLÁN	5	3	5
13	044	NOPALA DE VILLAGRÁN	4	3	5
13	052	SAN AGUSTÍN TLAXIACA	6	4	5
13	054	SAN SALVADOR	6	4	5
13	058	SANTIAGO DE ANAYA	5	3	5
13	058	TACQUILLO	5	3	5
13	064	TEPETITLÁN	5	4	5
13	066	VILLA DE TEZONTEPEC	6	5	5
13	067	TEZONTEPEC DE ALDAMA	6	4	5
13	081	IZACUALTIPAN DE ANGELES	6	4	5
13	083	ZEMPOALA	6	5	5
13	084	ZIMAPÁN	5	3	5
13	003	ACTOPAN	6	5	6
13	008	APAN	6	5	6
13	010	ÁTITALAQUIA	6	6	6
13	013	ÁTOTONILCÓ DE TULA	6	6	6
13	021	EMILIANO ZAPATA	6	6	6
13	023	FRANCISCO I. MADERO	6	5	6
13	039	MINERAL DEL MONTE	5	3	6
13	041	MIXQUIAHUALA DE JUÁREZ	6	5	6
13	050	PROGRESO DE OBREGÓN	6	6	6
13	056	SANTIAGO TLILANTEPEC DE LUGO GUE	6	5	6
13	063	TEPEJI DEL RÍO DE OCAMPO	6	5	6
13	065	TETEPANGO	6	5	6
13	069	TIZAYUCA	6	6	6
13	070	TLAHUELILPAN	6	5	6
13	072	TLANALAPA	7	6	6
13	074	TLAXCOAPAN	6	5	6
13	075	TOLCAYUCA	6	5	6
13	076	TULA DE ALLENDE	6	6	6
13	077	TULANCINGO DE BRAVO	6	6	6
13	082	ZAPOTLÁN DE JUÁREZ	6	5	6
13	048	PACHUCA DE SOTO	7	6	7
13	051	MINERAL DE LA REFORMA	7	6	7
13	061	TEPEAPULCO	7	6	7

APÉNDICE: TABLA O

TABLA O: CLASIFICACIÓN NACIONAL CON REDES DE KOHONEN (INEGI 2000)

ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI	ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI	ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI
12	002	AHUACUOTZINGO	2	1	1	20	070	PINOTEPA DE DON LUIS	2	1	1	20	205	SAN JUAN LALANA	2	1	1
20	003	ASUNCIÓN CACALOTEPEC	2	1	1	12	071	XOCHISTLAHUACA	1	1	1	20	207	SAN JUAN MAZATLÁN	2	1	1
24	003	AQUISMÁN	2	1	1	20	071	PLUMA HIDALGO	2	2	1	20	209	SAN JUAN MIXTEPEC (MIAHUATLÁN)	2	1	1
12	004	ALCOZACA DE GUERRERO	2	1	1	7	072	PIRELO NUEVO SOLISTAHUACÁN	2	1	1	30	209	CATAHUACAPAN DE JUAREZ	2	1	1
12	005	AMATLÁN	2	1	1	12	072	ZAPOTITLÁN TABLAS	2	1	1	20	210	SAN JUAN NUBÍ	2	2	2
21	006	AHUACATLÁN	2	1	1	20	072	SAN JOSÉ DEL PROGRESO	2	1	1	20	211	SAN JUAN OZOLOTEPEC	2	1	1
7	007	AMATENANGO DEL VALLE	2	1	1	21	072	HUEHUETLA	2	1	1	20	212	SAN JUAN PETLAPA	2	1	1
8	007	BALLEZA	2	1	1	31	073	TAHDZIO	2	1	1	20	217	SAN JUAN TAMAZOLA	2	1	1
8	008	BATOPILAS	1	1	1	12	074	ZITLALA	2	1	1	21	217	ZOQUILLÁN	2	1	1
16	008	AQUILA	2	1	1	7	076	SABANILLA	2	1	1	20	220	SAN JUAN TEPETXILLA	2	1	1
12	009	IATLAMA-JALCINGO DEL MONTE	2	1	1	12	076	ACATEPEC	2	1	1	20	225	SAN LORENZO	2	1	1
18	009	DEL NAYAR	1	1	1	30	076	ILAMATLÁN	2	1	1	20	228	SAN LORENZO CUAUHUECUILTLA	2	1	1
4	010	ICALAKMUL	2	1	1	7	077	SALTO DE AGUA	2	1	1	20	229	SAN LORENZO TEXMELUCÁN	1	1	1
7	010	BEJUCAL DE OCAMPO	2	1	1	21	077	HUEYTLALPAN	2	1	1	20	231	SAN LUCAS CAMOTLÁN	1	1	1
12	010	IATLIXTAC	1	1	1	13	078	XOCHATIPÁN	2	1	1	20	232	SAN LUCAS OUITLÁN	2	1	1
12	012	AYUTLA DE SERDÁN	2	1	1	21	078	HUITZILÁN DE SERDÁN	2	1	1	20	234	SAN LUCAS ZOQUIAPAM	2	1	1
20	012	CANDELARIA LOXCHA	2	1	1	7	080	SILTEPEC	2	2	1	20	235	SAN LUIS AMATLÁN	2	1	1
10	014	MEZQUITES	2	1	1	13	080	YAHUALIACA	2	1	1	20	236	SAN MARCIAL OZOLOTEPEC	1	1	1
20	015	COATECAS ALTAS	2	1	1	7	081	SIMOJOVEL	2	1	1	20	240	SAN MARTÍN TLUNYOSO	2	1	1
12	016	COAHUIXTLA DE JOSÉ MARÍA IZAZ	2	1	1	7	082	SITALA	1	1	1	20	242	SAN MARTÍN PERAS	1	1	1
20	016	COICOYAN DE LAS FLORES	1	1	1	30	083	XHUATLÁN DE MADERO	2	1	1	20	248	SAN MATEO DEL MAR	2	1	1
20	017	COMPANÍA LA	2	2	1	21	084	XITEPEC	2	1	1	20	252	SAN MATEO PENASCO	2	2	2
30	018	AQUILA	2	2	1	20	085	SAN AGUSTÍN LOXCHA	1	1	1	20	253	SAN MATEO PIÑAS	1	1	1
10	019	TOTAZ	2	1	1	7	088	SUNUJAPA	2	1	1	20	254	SAN MATEO RÍO HONDO	2	1	1
12	019	COPALULLO	2	1	1	20	088	SAN ANDRÉS CABECERA NUEVA	2	2	1	20	255	SAN MATEO SINDIHUI	2	1	1
30	019	IACACINGA	2	1	1	7	093	TENEJAPA	2	1	1	20	263	SAN MIGUEL COATLÁN	1	1	1
8	020	CHINIPAS	2	1	1	20	094	SAN ANDRÉS NUÑÓN	2	1	1	20	264	SAN MIGUEL CHICAHUA	2	1	1
12	020	COPANATOVAC	1	1	1	20	095	SAN ANDRÉS PAXTLÁN	1	1	1	20	266	SAN MIGUEL DEL PUERTO	2	2	2
30	020	IATLIXTAC	2	1	1	7	096	TIJA	2	1	1	20	270	SAN MIGUEL HUAUTLA	1	1	1
7	022	ICAHUATEPEC	1	1	1	20	098	SAN ANTONIO QUETZALTEPEC	2	1	1	20	271	SAN MIGUEL MIXTEPEC	1	1	1
7	023	CHAMULA	1	1	1	20	099	SAN ANDRÉS TEPETLAPA	2	1	1	20	272	SAN MIGUEL PANIHUEHUACA	2	1	1
7	024	CHANAL	2	1	1	7	100	TUMBALÁ	2	2	1	20	273	SAN MIGUEL PERAS	2	1	1
12	024	CUALCÁ	2	2	1	16	101	ITZITZO	2	2	1	20	274	SAN MIGUEL PIEDRAS	2	1	1
20	024	CIYAMECALCO VILLA DE ZARAGOZA	2	1	1	30	103	MECATLÁN	2	1	1	20	275	SAN MIGUEL QUETZALTEPEC	2	1	1
7	026	CHENALHÓ	1	1	1	30	104	MECAYAPAN	2	1	1	20	276	SAN MIGUEL SANTA FLOR	2	1	1
24	026	SAN ANTONIO	2	1	1	21	107	OLINTLA	2	1	1	20	277	VILLA SOLA DE VEGA	1	1	1
8	027	GUACHOCHI	2	1	1	20	108	SAN ANTONIO HUIXTEPEC	2	1	1	20	279	SAN MIGUEL SUCHITPEC	2	1	1
13	027	HUEHUETLA	2	1	1	20	110	SAN ANTONIO SINICAHUA	1	1	1	20	284	SAN MIGUEL TIQUIAPAM	2	1	1
20	027	SAN JUAN CHIQUIHUITLÁN	2	1	1	30	110	MIXTLA DE ALTAMIRANO	1	1	1	20	288	SAN MIGUEL YOTAO	2	1	1
12	028	CHILAPA DE ALVAREZ	2	1	1	7	111	ZNACANTÁN	2	1	1	20	292	SAN PABLO CUATRO VENADOS	2	1	1
21	028	ICAMOQUITLA	1	1	1	20	111	SAN ANTONIO TEPETLAPA	2	1	1	20	297	SAN PABLO TLAHUATEPEC	2	1	1
8	029	GUADALUPE Y GALVO	2	1	1	7	112	SAN JUAN GANCIE	1	1	1	20	302	SAN PEDRO ATOVAC	2	1	1
20	029	ELOCOCHITLÁN DE FLORES MAGÓN	1	1	1	7	113	ALDAMA	1	1	1	20	304	SAN PEDRO CANTAROS COXCALTEPEC	2	1	1
30	029	ICALAHUATLÁN DE FLORES MAGÓN	2	1	1	7	114	BENIGNITO DE LAS AMÉRICAS	2	1	1	20	306	SAN PEDRO EL ALTO	2	1	1
8	030	GUAZAPARES	1	1	1	7	115	MARAVILLA TENEJAPA	1	1	1	20	309	SAN PEDRO IXCATLÁN	2	1	1
7	031	CHILÓN	1	1	1	7	116	MARQUES DE COMILLAS	2	1	1	20	312	SAN PEDRO JICAYÁN	2	1	1
20	031	TAMAZULAPAM DEL ESPÍRITU SANTO	1	1	1	20	116	SAN BARTOLOME AYUTLA	2	1	1	20	315	SAN PEDRO MARTÍN	2	1	1
24	031	SANTA CATARINA	2	1	1	20	117	SAN BARTOLOME LOXCHA	2	1	1	20	319	SAN PEDRO MIXTEPEC (MIAHUATLÁN)	2	1	1
12	032	GENERAL HELIODORO CASTILLO	2	1	1	7	119	SANTIAGO EL PINAR	2	1	1	20	322	SAN PEDRO OCCOPETATILLO	2	1	1
7	033	FRANCISCO LEÓN	1	1	1	30	122	PAJAPAN	2	1	1	20	323	SAN PEDRO OCCOTEPEC	2	1	1
10	034	TAMAZULA	2	1	1	21	123	SAN FELIPE TEPATLÁN	2	1	1	20	325	SAN PEDRO QUIATÓN	1	1	1
7	036	IGRANDEZA LA	2	1	1	20	125	SAN CARLOS YAUTEPEC	2	1	1	20	326	SAN PEDRO SOCHAPAM	2	1	1
12	036	IGUALAPA	2	1	1	20	126	SAN CRISTÓBAL AMATLÁN	2	1	1	20	328	SAN PEDRO TAVICHE	2	1	1
21	036	COYOMEAPAN	2	1	1	20	127	SAN CRISTÓBAL AMOLTEPEC	1	1	1	20	329	SAN PEDRO TEXACOALCO	2	1	1
30	037	COAHUATEPEC	2	1	1	30	127	PERLA LA	2	1	1	20	330	SAN PEDRO TETLAPA	2	1	1
7	038	HUIXTLÁN	2	1	1	20	133	SAN ESTEBAN ATLAHUACA	2	1	1	20	335	SAN PEDRO YANERÍ	2	1	1
7	039	HUIXTLÁN	1	1	1	20	134	SAN FELIPE JALAPA DE DÍAZ	2	1	1	20	337	SAN PEDRO Y SAN PABLO AYUTLA	1	1	1
20	040	HUIXTEPEC	2	1	1	20	137	SAN FRANCISCO CAHUACIÁ	2	1	1	20	344	SAN SEBASTIÁN COATLÁN	2	1	1
8	041	MAGUARICHÍ	1	1	1	30	137	REYES, LOS	1	1	1	20	347	SAN SEBASTIÁN RÍO HONDO	2	1	1
12	041	MALINALTEPEC	2	1	1	20	139	SAN FRANCISCO CHAPULAPA	1	1	1	20	352	SAN SIMÓN ZAHUATLÁN	2	1	1
24	041	TANLAJAS	2	1	1	21	145	SAN SEBASTIÁN TLACOTEPEC	1	1	1	20	354	SANTA ANA ATEIXTLAHUACA	2	1	1
12	042	MARTÍN DE CUILLAPAN	2	1	1	20	146	SAN FRANCISCO LOGUECHE	2	1	1	20	355	SANTA ANA CUAUHTEPEC	2	1	1
12	043	METLATONOC	1	1	1	30	147	SOLEDAD ATZOMPA	2	1	1	20	361	SANTA CATALINA QUIERÍ	2	1	1
7	045	HITAPANGAJOYA	2	2	1	20	148	SAN FRANCISCO OZOLOTEPEC	2	1	1	20	366	SANTA CATALINA LOXCHA	2	1	1
12	045	HOLINALÁ	2	1	1	30	149	SOTEAPAN	2	1	1	20	367	SANTA CATALINA MECHOACÁN	2	1	1
8	046	MORELOS	2	1	1	20	152	SAN FRANCISCO TLAPANGINGO	2	2	1	20	372	SANTA CATALINA YOSONOTÚ	2	1	1
12	047	FEDRO ASCENCIÓN ALQUISIRAS	2	1	1	20	155	SAN ILDEFONSO SOLA	1	1	1	20	374	SANTA CRUZ ACATEPEC	2	1	1
7	049	FRANZTAZ	2	1	1	30	155	TANTOYUCA	2	1	1	20	377	SANTA CRUZ TUNDUJA	2	1	1
21	049	CHICOMULTLÁN	2	1	1	20	158	SAN JACINTO TLACOTEPEC	2	1	1	20	379	SANTA CRUZ NUNDUJO	2	1	1
20	050	MAGDALENA PEÑASCO	2	1	1	20	159	SAN JERÓNIMO COATLÁN	2	1	1	20	382	SANTA CRUZ TACAHA	2	1	1
21	050	CHICHQUILA	2	1	1	30	159	TEHUIPANGO	1	1	1	20	393	SANTA CRUZ TAYATA	2	1	1
30	050	COXOQUIHUI	2	1	1	20	162	SAN JERÓNIMO TAVICHE	2	1	1	20	396	SANTA CRUZ ZENZONTEPEC	2	1	1
12	051	QUECHULTENANGO	2	1	1	21	162	TEPANGO DE RODRÍGUEZ	2	1	1	20	388	SANTA INÉS DEL MONTE	2	1	1
20	051	MAGDALENA TETIPAC	2	2	1	20	167	SAN JOSÉ DEL PEÑASCO	2	1	1	20	391	SANTA LUCÍA MIAHUATLÁN	1	1	1
7	052	MARGARITAS LAS	2	2	1	21	167	TEPETZINTLA	2	1	1	20	392	SANTA LUCÍA MONTEVERDE	2	1	1
12	052	SAN LUIS ACATLÁN	2	1	1	30	168	TEQUILA	1	1	1	20	393	SANTA LUCÍA OCOTLÁN	2	1	1
13	053	SAN BARTOLO TUTOTEPEC	2	2	1	20	169	SAN JOSÉ INDEPENDENCIA	2	1	1						

APÉNDICE: TABLA O (CONTINUACIÓN)

TABLA O: CLASIFICACIÓN NACIONAL CON REDES DE KOHONEN (INEGI 2000)

ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI	ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI	ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI
20	465	SANTIAGO IXCUITEPEC	2	1	1	13	025	HUAJTLA	2	1	2	30	066	ESPINAL	2	1	2
20	466	SANTIAGO XICAYTLA	2	1	1	21	025	AVOTOXCO DE GUERRERO	2	2	2	30	067	TIANGUISTENGO	2	2	2
20	468	SANTIAGO XICOTEPEC	2	1	1	30	025	AVANALTEPEC	2	2	2	30	068	TEPEHUALTEPEC	2	2	2
20	477	SANTIAGO XICOTEPEC	2	1	1	30	026	HUAJTLA	2	1	2	30	070	HIDALGOTTILÁN	2	2	2
20	485	SANTIAGO XICOTEPEC	2	1	1	13	026	HUAJTLA DEL PROGRESO	2	2	2	13	071	TLAHUILTEPA	3	2	2
20	489	SANTIAGO XICOTEPEC	2	1	1	20	026	CHINICUILA	2	2	2	31	071	SOLIDAL	3	2	2
20	491	SANTIAGO XICOTEPEC	2	1	1	20	026	CHALCATONGO DE HIDALGO	2	2	2	30	072	HUAYACOCOTLA	2	2	2
20	492	SANTIAGO XICOTEPEC	2	1	1	28	026	MIQUIJLIANA	2	2	2	7	073	RAYON	2	2	2
20	494	SANTIAGO XICOTEPEC	2	1	1	14	027	CUAUHTILÁN DE GARCÍA BARRAGÁN	2	2	2	12	073	ZIRANDARO	2	1	2
20	495	SANTIAGO XICOTEPEC	2	1	1	21	027	ICALTEPEC	2	2	2	13	073	TLANCHINOL	2	2	2
20	497	SANTIAGO XICOTEPEC	2	1	1	30	027	BENTO JUÁREZ	2	1	2	15	074	SAN FELIPE DEL PROGRESO	2	1	2
20	498	SANTIAGO XICOTEPEC	2	1	1	7	028	CHIAPILLA	2	2	2	20	074	SANTA CATERINA QUIQUITANI	2	1	2
20	502	SANTIAGO XICOTEPEC	2	1	1	20	028	EJUTLA DE CRESPO	3	2	2	7	075	ROSAS LAS	2	2	2
20	509	SANTO DOMINGO DE MORELOS	2	1	1	16	029	CHURUMUCO	2	1	2	21	075	HUEYAPAN	2	1	2
20	511	SANTO DOMINGO NUXAA	2	1	1	21	029	CAXHUACAN	2	1	2	31	075	TEPEO	3	2	2
20	512	SANTO DOMINGO OZOLCOTEPEC	2	1	1	24	029	SAN MARTÍN CHALCHICUAUTLA	2	1	2	21	076	HUEYAMALCO	2	2	2
20	514	SANTO DOMINGO ROYAGUA	2	1	1	7	030	CHICOMISELO	2	2	2	30	076	BUENAVISTA	2	1	2
20	517	SANTO DOMINGO TEXATEPEC	2	1	1	21	030	COTEPEC	3	2	2	30	078	BUENAVISTA	2	2	2
20	521	SANTO DOMINGO TEXATEPEC	2	1	1	31	030	IZTLA	3	2	2	30	080	BUENAVISTA DE LOS REYES	2	2	2
20	526	SANTOS REYES PUEBLA	2	2	2	10	031	IZTLA	2	1	2	20	080	SAN AGUSTÍN AMATENGO	3	2	2
20	527	SANTOS REYES PUEBLA	2	2	2	30	031	CARRILLO PUERTO	3	1	2	21	080	ATLEQUIZAYAN	2	1	2
20	529	SANTOS REYES YUCUNA	2	1	1	13	032	HALTOCÁN	3	2	2	30	080	HUATLÁN DEL CAFÉ	2	2	2
20	532	SANTO TOMÁS OCOTEPEC	2	1	1	15	032	EDONATO GUERRA	2	1	2	16	081	SUSUPUATO	2	1	2
20	534	SAN VICENTE COATLÁN	2	1	1	20	032	FRESNILLO DE TRUJANO	2	2	2	21	081	IXCAMILPA DE GUERRERO	2	1	2
20	535	SAN VICENTE LACHIOCHI	2	1	1	31	032	ESPITA	3	2	2	31	081	TEKOM	3	2	2
20	543	TATALTEPEC DE VALDÉS	2	1	1	21	033	COHUACÁN	2	2	2	20	082	SAN AGUSTÍN CHAYUCO	2	1	2
20	563	YOAGANA	2	1	1	30	033	CAZONES DE HERRERA	2	1	2	7	083	SOCOLTENANGO	2	2	2
20	564	YUTANDUCHI DE GUERRERO	2	1	1	13	034	LOLOTLA	3	2	2	21	083	IXTACAMAXITLÁN	2	2	2
20	566	ZAPOTITLÁN DEL RIO	2	1	1	24	034	SAN VICENTE TANCUAYALAB	2	2	2	7	084	SOLISCHICATA	2	2	2
7	001	IACACOYAGUA	3	2	2	19	036	MIER Y NORIEGA	3	2	2	31	085	TEPEOZAN	3	2	2
10	001	IABEJONES	2	2	2	20	036	GUEVEA DE HUMBOLDT	2	2	2	10	085	TEPEHUALTEPEC	2	2	2
10	002	IANELAS	2	1	2	28	036	SAN NICOLÁS	2	2	2	20	085	SAN AGUSTÍN TLACOTEPEC	2	2	2
13	002	IACACUATLÁN	2	2	2	10	037	COPIALTEPEC	2	1	2	20	086	TEPEHUALTEPEC	2	2	2
21	002	IACACUATLÁN	2	2	2	20	037	COPIALTEPEC	2	2	2	30	086	JALACINGO	3	2	2
22	002	IPINAL DE AMOLES	2	2	2	20	038	MISSIONES HIDALGO	2	2	2	21	087	JOLALPAN	2	2	2
24	002	JALAJUINES	2	2	2	24	038	TAMPACÁN	2	1	2	21	088	JONOTLA	2	2	2
24	003	JALCHITLÁN DEL PROGRESO	2	1	2	21	039	CUAUTEMPAN	2	2	2	21	089	JOPALA	2	2	2
25	003	JADRAGUATO	2	1	2	24	039	TAMPAMOLÓN CORONA	2	1	2	7	090	TAPALAPA	2	1	2
7	004	JALTAMIRANO	2	2	2	11	040	TIERRA BLANCA	3	2	2	20	090	SAN ANDRÉS HUAPALTEPEC	2	1	2
18	005	HUAJICORI	2	2	2	12	040	LEONARDO BRAVO	2	1	2	7	092	TECAPÁN	2	2	2
21	005	IACATEOPAN	2	1	2	13	040	MISION LA	2	2	2	16	092	TIQUICHICO DE NICOLÁS ROMERO	2	1	2
7	006	JAMATENANGO DE LA FRONTERA	2	2	2	7	041	INDEPENDENCIA LA	2	2	2	21	092	JUAN N. MÉNDEZ	2	2	2
11	006	JATARJEJA	2	1	2	15	041	IXTAPAN DEL ORO	2	2	2	31	092	IXCACALCUPUL	3	2	2
23	006	JOSÉ MARÍA MORELOS	3	2	2	20	041	HUATLITA DE JIMÉNEZ	2	1	2	20	093	SAN ANDRÉS LAAGUNAS	3	2	2
28	006	JUBAMANTE	2	2	2	30	041	COEZTALA	2	2	2	7	094	TEPEHUALTEPEC	2	2	2
30	006	JACULIZINGO	2	2	2	7	042	XHUIATÁN	2	2	2	30	094	TEPEHUALTEPEC	2	2	2
15	007	JAMANALCO	2	2	2	20	042	IXTLÁN DE JUÁREZ	2	2	2	20	094	TEPEHUALTEPEC	2	2	2
20	007	JAMANALCO	2	2	2	21	042	QUAYUCA DE ANDRADE	3	1	2	20	094	TEPEHUALTEPEC	2	2	2
21	007	JAMATLÁN OCOTLÁN	2	2	2	13	043	NICOLÁS FLORES	3	2	2	20	097	SAN ANDRÉS SOLAGA	2	1	2
7	008	JANGUE	2	2	2	22	043	QUAYUCA DE ANDRADE	3	2	2	7	098	TOTOLAPA	2	2	2
20	008	JASUNCION TLACOLLILTA	2	2	2	21	043	QUAYUCA DE ANDRADE	3	2	2	30	098	MAGDALENA	2	1	2
30	008	JALPATLHUAC	3	2	2	31	043	KALUA	3	2	2	7	099	TRINITARIA LA	2	2	2
31	008	JALOTMIL	3	2	2	7	044	IXTAPA	2	2	2	16	099	TUZANTLA	2	1	2
20	009	JAYOTZINTEPEC	2	2	2	12	044	MOCHITLÁN	2	2	2	31	099	JUAYMA	3	2	2
21	010	JALALPAN	2	2	2	11	045	XICHU	2	1	2	20	100	SAN ANDRÉS YAA	2	1	2
30	010	JALTOTONGA	3	2	2	12	046	OMIATEPEC	2	1	2	21	100	NAUPAN	2	2	2
31	010	JANTAMAYEC	2	2	2	13	046	SAN FELIPE ORIZATLÁN	2	2	2	20	101	SAN ANDRÉS ZABACHE	3	2	2
4	011	JANDELARIA	2	2	2	20	046	MAGDALENA JALTEPEC	2	2	2	21	101	NAUZONTLA	3	2	2
7	011	JEBELLA VISTA	2	2	2	31	046	MAMA	3	2	2	7	104	ITZIMOL	2	2	2
13	011	JATLAPEXCO	2	1	2	7	047	JITOTOL	2	2	2	20	104	SAN ANTONIO EL ALTO	2	1	2
20	011	JALHUALA	2	2	2	8	047	MORIS	2	1	2	20	104	SAN ANTONIO EL ALTO	2	2	2
8	012	JARICHÍ	2	1	2	13	047	PACILIA	3	2	2	20	104	SAN ANTONIO EL ALTO	2	2	2
24	012	JANGANNIUITZ DE SANTOS	2	1	2	20	047	SANTA MARÍA DEL ORO	3	2	2	20	104	SAN ANTONIO EL ALTO	2	2	2
7	013	JARICHÍ	2	1	2	20	047	SANTA MARÍA DEL ORO	3	2	2	20	104	SAN ANTONIO EL ALTO	2	2	2
12	013	JAZOY	2	2	2	20	047	SANTA MARÍA DEL ORO	3	2	2	20	104	SAN ANTONIO EL ALTO	2	2	2
16	013	JARCARUARO	2	1	2	20	048	MAGDALENA MIKTEPEC	2	1	2	21	109	PAHUATLÁN	2	2	2
13	014	JALCALMIL	3	2	2	13	049	ISAFLORES	3	2	2	7	110	SAN LUCAS	2	2	2
21	014	JAMXTLÁN	2	2	2	16	049	MADERO	3	2	2	15	111	VILLA DE ALLENDE	2	2	2
24	014	JOCOCATLÁN	2	1	2	20	049	MAGDALENA OCOTLÁN	2	2	2	21	111	PANTEPEC	2	1	2
31	014	JUCUNCUNIL	3	2	2	8	051	JOCAMPO	3	2	2	20	112	SAN BALTAZAR CHICHICAPAM	2	2	2
21	016	JACUXTLA	2	2	2	30	051	COYUTLA	2	1	2	30	113	SAN BALTAZAR LOXICHA	2	1	2
31	016	JACACINKÍN	3	2	2	7	053	MAZAPA DE MADERO	2	2	2	15	114	VILLA VICTORIA	2	1	2
21	017	JATEMPAN	2	2	2	12	053	SAN MARCOS	2	1	2	20	114	SAN BALTAZAR YATZECHI EL BAJO	2	2	2
24	017	JUADALCÁZAR	2	2	2	24	053	IXTLA DE TERRAZAS	2	2	2	21	116	QUIMIXTLÁN	2	2	2
31	017	JHANKOM	3	2	2	20	054	MAGDALENA ZAHUATLÁN	2	2	2	7	117	MONTE CRISTO DE GUERRERO	2	2	2
7	018	JCOAFILLA	2	2	2	24	054	IXTLA	2	2	2	7	117	MONTE CRISTO DE GUERRERO	2	2	2
20	018	JCONCEPCIÓN BUENAVISTA	2	2	2	30	055	CHALMA	2	1	2	20	118	SAN ANDRÉS DIRAZÁN	2	2	2
21	018	JATEXCALINGO	2	2	2	31	055	CHALMA	3	2	2	20	118	SAN ANDRÉS DIRAZÁN	2	2	2

APÉNDICE: TABLA O (CONTINUACIÓN)

TABLA O: CLASIFICACIÓN NACIONAL CON REDES DE KOHONEN (INEGI 2000)

ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI	ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI	ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI
20	149	SAN FRANCISCO SOLA	2	1	2	20	311	SAN PEDRO JALTEPETONGO	2	1	2	16	001	ACLUITZIO	3	3	3
21	150	HUEHUETLAN EL GRANDE	3	2	2	20	313	SAN PEDRO JOCOTIPAC	2	1	2	21	001	ACAJAJETE	4	3	3
20	151	SAN FRANCISCO TEOPAN	2	2	2	20	314	SAN PEDRO JUCHIATENGO	2	2	2	22	001	AMEALCO DE BONFIL	3	2	3
20	153	SAN GABRIEL MIXTEPEC	2	1	2	20	316	SAN PEDRO MARTIR QUICXAPPA	2	1	2	24	001	AHUALLULCO	3	2	3
30	153	TANCOYO	2	2	2	20	317	SAN PEDRO MARTIR YUCUACAN	2	2	2	27	001	BALANCAN	4	4	3
20	154	SAN LDEFONSO AMATILAN	2	2	2	20	320	SAN PEDRO MEXILINGO	2	2	2	30	001	ACAJAJETE	3	2	3
30	154	TANTIMA	2	1	2	20	321	SAN PEDRO NOPALA	2	2	2	31	001	ABALÁ	3	2	3
30	156	TATATILLA	2	2	2	20	331	SAN PEDRO TENA	2	2	2	7	002	JACALA	3	2	3
30	157	CASTILLO DE TEAYO	2	1	2	20	332	SAN PEDRO TOTUTEPEC	2	2	2	20	002	JACATLÁN DE PÉREZ FIGUEROA	3	3	3
21	158	TENAMPULCO	2	1	2	20	336	SAN PEDRO YUCOAC	2	2	2	23	002	FELIPE CARRILLO PUERTO	3	3	3
21	159	TEOPANTLAN	3	2	2	20	345	SAN SEBASTIÁN NICANUILA	2	1	2	7	003	JACAPETAHUA	3	3	3
20	161	SAN SEBASTIÁN SOSOLA	2	2	2	20	346	SAN SEBASTIÁN NICANUILA	4	3	2	15	003	JACULCO	3	2	3
30	162	TENAMPAPA	2	1	2	20	348	SAN SEBASTIÁN NICANUILA	3	2	2	22	003	JACULCO	3	2	3
20	163	SAN SEBASTIÁN SOSOLA	2	2	2	20	349	SAN SEBASTIÁN NICANUILA	2	2	2	26	003	JALISCO SECO	3	3	3
20	163	SAN SEBASTIÁN SOSOLA	2	2	2	20	351	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	2	2	27	003	JALISCO	3	2	3
20	164	SAN SEBASTIÁN SOSOLA	2	2	2	20	352	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	2	2	28	003	JALISCO	3	2	3
21	165	TEPEMALCO	2	1	2	20	353	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	29	003	JALISCO	3	2	3
21	165	TEPEMALCO	2	1	2	20	354	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	30	003	JALISCO	3	2	3
30	167	TETIPAC	2	2	2	20	355	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	31	003	JALISCO	3	2	3
20	168	SAN JOSÉ ESTANCIAS GRANDES	2	2	2	20	356	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	32	003	JALISCO	3	2	3
21	169	TEPEXCO	2	2	2	20	357	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	33	003	JALISCO	3	2	3
20	172	SAN JUAN CHILITLA	2	2	2	20	358	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	34	003	JALISCO	3	2	3
21	172	TETIPAC DE COAHUILA	2	1	2	20	359	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	35	003	JALISCO	3	2	3
20	173	SAN JUAN ATEPEC	2	1	2	20	360	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	36	003	JALISCO	3	2	3
30	173	TEZONAPA	2	1	2	20	361	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	37	003	JALISCO	3	2	3
20	176	SAN JUAN BAUTISTA COXTLAHUAC	2	2	2	20	362	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	38	003	JALISCO	3	2	3
30	177	TILACUILAN	2	2	2	20	363	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	39	003	JALISCO	3	2	3
20	179	SAN JUAN BAUTISTA JAYACATLÁN	2	1	2	20	364	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	40	003	JALISCO	3	2	3
30	179	TILACUILTEPEC DE MEJÍA	2	2	2	20	365	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	41	003	JALISCO	3	2	3
20	180	SAN JUAN BAUTISTA LO DE SOTO	2	2	2	20	366	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	42	003	JALISCO	3	2	3
20	181	SAN JUAN BAUTISTA SUCITEPEC	3	2	2	20	367	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	43	003	JALISCO	3	2	3
20	182	SAN JUAN BAUTISTA TILACOATZINTÉ	2	2	2	20	368	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	44	003	JALISCO	3	2	3
20	183	SAN JUAN BAUTISTA TILACHICHILCO	2	2	2	20	369	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	45	003	JALISCO	3	2	3
21	187	TLAXCO	2	2	2	20	370	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	46	003	JALISCO	3	2	3
30	187	TONAYÁN	3	2	2	20	371	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	47	003	JALISCO	3	2	3
21	188	TOCHIMILCO	3	2	2	20	372	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	48	003	JALISCO	3	2	3
20	190	SAN JUAN COXCOXCO	2	2	2	20	373	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	49	003	JALISCO	3	2	3
21	190	TOTOLTEPEC DE GUERRERO	3	2	2	20	374	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	50	003	JALISCO	3	2	3
20	191	SAN JUAN CHICOMEZICHIL	2	2	2	20	375	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	51	003	JALISCO	3	2	3
21	192	TIZAMPAN DE GALEANA	2	2	2	20	376	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	52	003	JALISCO	3	2	3
21	193	TIZCATLACOYÁN	3	2	2	20	377	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	53	003	JALISCO	3	2	3
20	196	SAN JUAN EVANGELISTA ANALCO	3	2	2	20	378	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	54	003	JALISCO	3	2	3
20	198	SAN JUAN GUICHICO	2	2	2	20	379	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	55	003	JALISCO	3	2	3
20	199	SAN JUAN IHUALTEPEC	2	2	2	20	380	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	56	003	JALISCO	3	2	3
30	199	ZARAGOZA	2	2	2	20	381	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	57	003	JALISCO	3	2	3
21	200	XOCHAPULCO	2	2	2	20	382	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	58	003	JALISCO	3	2	3
20	202	SAN JUAN LACHO	2	2	2	20	383	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	59	003	JALISCO	3	2	3
21	202	XOCHITLÁN DE VICENTE SUÁREZ	2	2	2	20	384	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	60	003	JALISCO	3	2	3
21	203	XOCHITLÁN TÓCOS SANTOS	3	2	2	20	385	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	61	003	JALISCO	3	2	3
20	204	SAN JUAN LAJARCIA	2	2	2	20	386	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	62	003	JALISCO	3	2	3
20	206	SAN JUAN DE LOS OJES	2	2	2	20	387	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	63	003	JALISCO	3	2	3
20	208	SAN JUAN MIXTEPEC JUKIL XELAC	2	1	2	20	388	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	64	003	JALISCO	3	2	3
21	210	ZAROTITLÁN DE MENÉNDEZ	2	2	2	20	389	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	65	003	JALISCO	3	2	3
30	210	LINAPAPAN	2	2	2	20	390	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	66	003	JALISCO	3	2	3
21	212	ZATULA	2	2	2	20	391	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	67	003	JALISCO	3	2	3
20	213	SAN JUAN QUAREJÓN	3	2	2	20	392	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	68	003	JALISCO	3	2	3
21	213	ZITLALTEPEL	2	2	2	20	393	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	69	003	JALISCO	3	2	3
20	214	SAN JUAN QUAREJÓN	2	2	2	20	394	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	70	003	JALISCO	3	2	3
20	215	SAN JUAN TABASA	2	2	2	20	395	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	71	003	JALISCO	3	2	3
21	216	ZOZOPAPAN	2	2	2	20	396	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	72	003	JALISCO	3	2	3
20	218	SAN JUAN TABASA	2	2	2	20	397	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	73	003	JALISCO	3	2	3
20	221	SAN JUAN TABASA	2	2	2	20	398	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	74	003	JALISCO	3	2	3
20	222	SAN JUAN TABASA	2	2	2	20	399	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	75	003	JALISCO	3	2	3
20	223	SAN JUAN TABASA	2	2	2	20	400	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	76	003	JALISCO	3	2	3
20	225	SAN JUAN TABASA	2	2	2	20	401	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	77	003	JALISCO	3	2	3
20	226	SAN JUAN TABASA	2	2	2	20	402	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	78	003	JALISCO	3	2	3
20	230	SAN LORENZO VICTORIA	3	2	2	20	403	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	79	003	JALISCO	3	2	3
20	233	SAN LUCAS QUILAVI	3	2	2	20	404	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	80	003	JALISCO	3	2	3
20	236	SAN MARTÍN DE LOS CANSECO	2	1	2	20	405	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	81	003	JALISCO	3	2	3
20	239	SAN MARTÍN HUAMELLEPAM	2	2	2	20	406	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	82	003	JALISCO	3	2	3
20	241	SAN MARTÍN LACHILA	2	2	2	20	407	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	83	003	JALISCO	3	2	3
20	244	SAN MARTÍN TOPALÁN	2	2	2	20	408	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	84	003	JALISCO	3	2	3
20	246	SAN MATEO CAJONES	2	1	2	20	409	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	85	003	JALISCO	3	2	3
20	249	SAN MATEO YUCOATLÁN	2	2	2	20	410	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	86	003	JALISCO	3	2	3
20	250	SAN MATEO YUCOATLÁN	2	2	2	20	411	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	87	003	JALISCO	3	2	3
20	251	SAN MATEO NEJAPAM	2	2	2	20	412	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	88	003	JALISCO	3	2	3
20	256	SAN MATEO TLAPILTEPEC	3	2	2	20	413	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	89	003	JALISCO	3	2	3
20	257	SAN MELCHOR BETAZA	2	1	2	20	414	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	90	003	JALISCO	3	2	3
20	258	SAN MIGUEL ACHILTILA	2	2	2	20	415	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	91	003	JALISCO	3	2	3
20	259	SAN MIGUEL ACHILTEPEL	2	2	2	20	416	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	92	003	JALISCO	3	2	3
20	260	SAN MIGUEL ALDÁPAM	2	2	2	20	417	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	93	003	JALISCO	3	2	3
20	261	SAN MIGUEL AMATILÁN	2	2	2	20	418	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	94	003	JALISCO	3	2	3
20	262	SAN MIGUEL AMATILÁN	2	2	2	20	419	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	95	003	JALISCO	3	2	3
20	265	SAN MIGUEL CHIMALAPA	2	2	2	20	420	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	96	003	JALISCO	3	2	3
20	268	SAN MIGUEL EJUTLA	2	2	2	20	421	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	97	003	JALISCO	3	2	3
20	269	SAN MIGUEL EL GRANDE	2	2	2	20	422	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	98	003	JALISCO	3	2	3
20	278	NUEVO SOYALTEPEC	2	2	2	20	423	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	99	003	JALISCO	3	2	3
20	280	SAN MIGUEL TALEA DE CASTRO	2	2	2	20	424	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1	2	100	003	JALISCO	3	2	3
20	282	SAN MIGUEL TENANGO	2	2	2	20	425	SAN SIMÓN ALOMOGOS	2	1							



APÉNDICE: TABLA O (CONTINUACIÓN)

TABLA O: CLASIFICACIÓN NACIONAL CON REDES DE KOHONEN (INEGI 2000)

ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI	ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI	ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI
21	129	SAN JOSÉ MAHATLÁN	3	2	3	20	376	SANTA CRUZ DE BRAVO	3	2	3	32	015	PLATEADO DE JOAQUÍN AMARO, EL	3	3	4
30	129	FLATON SÁNCHEZ	2	2	3	20	381	SANTA CRUZ TAGACHE DE MNA	5	3	3	8	016	CRUZ, LA	5	4	4
21	130	SAN JUAN ATENCO	4	3	3	20	387	SANTA GERTRUDIS	3	2	3	10	016	NOBRE DE DIOS	5	3	4
30	130	FLAVA VICENTE	3	2	3	20	398	ANQUEZOTE DE ALDAMA	3	2	3	11	016	HLANIMARO	5	4	4
21	131	SAN JUAN ATIZAPÁN	3	3	3	20	400	SANTA MARÍA CAMATEPE	4	3	3	14	016	AVOTLÁN	5	4	4
30	132	VIGAS DE TELMEZO, LAS	3	2	3	20	401	SANTA MARÍA CHICHOPAMP	3	2	3	16	016	COENES	3	3	4
21	137	SAN NICOLÁS DE LOS RÍOS	4	2	3	20	405	SANTA MARÍA CHICHOPAMP	4	3	3	17	016	GENERAL FANTILÓN NATEA	3	3	4
30	138	SAN NICOLÁS DE LOS RÍOS	4	2	3	20	406	SANTA MARÍA CHICHOPAMP	4	3	3	17	016	COENES	3	3	4
21	139	SAN NICOLÁS DE LOS RÍOS	4	2	3	20	411	SANTA MARÍA CHICHOPAMP	4	2	3	17	017	COENES	3	3	4
30	139	SAN NICOLÁS DE LOS RÍOS	4	2	3	20	427	SANTA MARÍA CHICHOPAMP	3	2	3	19	017	GALEANA	3	3	4
20	141	SAN FRANCISCO DEL MAR	4	2	3	20	431	SANTA MARÍA TECOMAMACA	3	3	3	8	018	USHIIRACH	5	3	4
21	141	SAN PEDRO YEOXTLAHUACA	5	3	3	20	441	SANTA MARÍA XADANI	4	3	3	10	018	ORO, EL	5	3	4
30	141	SAN ANDRÉS TUXTLA	3	2	3	20	453	SANTIAGO ASTATA	4	3	3	32	018	HLIANUSCO	5	4	4
21	142	SAN SALVADOR EL SECO	4	3	3	20	456	SANTIAGO CACALOXTEPEC	3	3	3	16	019	COTLUA	5	4	4
30	142	SAN JUAN EVANGELISTA	3	2	3	20	459	SANTIAGO CHAZUMBA	4	3	3	10	020	PANLICO DE CORONADO	5	3	4
20	143	SAN FRANCISCO MILATÁN	4	3	3	20	467	SANTIAGO JAMILTEPEC	3	2	3	16	020	CUITZEO	5	4	4
30	143	SANTIAGO TUXTLA	3	2	3	20	469	SANTIAGO JUXTLAHUACA	2	2	3	10	021	EFENÓN BLANCO	5	3	4
30	144	SAYULA DE ALEMÁN	3	2	3	20	482	SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL	3	2	3	26	021	COLGRADA, LA	5	3	4
21	146	SANTA CATARINA TLATEMPAN	3	2	3	20	483	SANTIAGO SUCHILOUITONCO	3	2	3	8	022	DR. BELISARIO DOMÍNGUEZ	5	3	4
21	148	SANTA ISABEL CHOLULLA	3	2	3	20	484	SANTIAGO TAMAZOLA	2	2	3	10	022	FOANAS	5	3	4
30	148	SOLIDAD DE DOBLADO	3	3	3	20	486	VILLA TELIPAM DE LA UNIÓN	3	2	3	26	022	CUICURFE	5	3	4
30	150	TAMALÍN	3	2	3	20	496	SANTIAGO XACUL	3	2	3	32	022	JUAN ALDAMA	5	3	4
30	151	TAMAHUA	2	2	3	20	501	SANTIAGO YUCUYACHI	3	2	3	8	023	GALEANA	5	3	4
21	152	SOLTEPEC	3	2	3	20	518	SANTO DOMINGO TLATAYAPAM	3	2	3	11	023	PENÍAMO	5	3	4
30	152	TAMERCO ALTO	3	2	3	20	519	SANTO DOMINGO TIGUALTEPEC	3	2	3	16	023	CHAVINDA	5	4	4
21	155	TECOMATLÁN	3	3	3	20	520	SANTO DOMINGO TONALA	3	2	3	28	023	MÉNDEZ	3	3	4
20	156	SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	3	2	3	20	524	SANTO DOMINGO YOCORNO	4	4	3	8	024	SANTA ISABEL	5	3	4
21	157	TEHUACÁN	3	2	3	20	525	SANTO DOMINGO ZARATEPEC	4	4	3	10	024	PROGRESO	5	3	4
30	158	TEHUACÁN	3	2	3	20	528	SANTOS REYES TETELTEPEC	5	4	3	11	024	FLUERO NUEVO	5	4	4
20	160	SAN JERÓNIMO SAN ANTONIO	3	2	3	20	531	SANTO TOMÁS TETELTEPEC	3	2	3	21	024	SANLUIS	5	3	4
21	160	TECUILTEPEC	3	2	3	20	533	SANTO TOMÁS TAMACUAPAM	3	2	3	26	024	EDMUNDEZ	5	4	4
30	160	TEMAPACHE	3	2	3	20	537	SAN VICENTE TETELTEPEC	3	2	3	20	024	COXETÓ	5	3	4
21	161	TEPANO DE LÓPEZ	3	2	3	20	547	TEOTONCO	3	2	3	8	025	COMPARTEPEC	5	3	4
30	161	TEPANO DE LÓPEZ	3	2	3	20	547	TEOTONCO	3	2	3	8	025	COMPARTEPEC	5	3	4
20	165	SAN JOSÉ AYUQUILA	3	2	3	20	556	SAN VICENTE TETELTEPEC	3	2	3	24	025	SAN BERNARDO	5	3	4
20	166	SAN JOSÉ CHILTEPEC	3	2	3	20	568	TRINIDAD VISTA HERMOSA, LA	4	3	3	24	025	SAJUNAS	3	3	4
21	166	TEPEQUILMA	5	3	3	20	570	ZAPOTLÁN PALMAS	3	3	3	5	026	PROGRESO	6	4	4
30	166	TEPETLÁN	4	3	3	10	001	ZAMATLÁN DE ALVAREZ	3	3	3	5	026	PROGRESO	5	3	4
21	169	TEPEXI DE RODRÍGUEZ	3	2	3	32	001	CANATLÁN	5	3	4	8	026	GRAN MORELOS	5	3	4
30	169	JOSÉ AZULETA	3	2	3	1	002	AFODOL	5	4	4	14	026	CONCEPCIÓN DE BUENOS AIRES	5	4	4
21	170	TEPEYAHUALCO	3	2	3	16	002	ASENTOS	5	4	4	8	028	GUADALUPE	5	3	4
30	172	TEOSTEPEC	3	2	3	32	002	AGUILILLA	3	3	4	10	028	SAN JUAN DEL RÍO	3	3	4
21	175	TLANQUISMÁNCO	4	3	3	1	003	AFULLCO	3	3	4	11	028	SALVATIERRA	6	4	4
30	175	TLIATLÁN	3	2	3	10	003	CALVILLO	6	5	4	14	028	CUAJUITLA	3	3	4
20	177	SAN JUAN BAUTISTA CUICATLÁN	3	2	3	18	003	CONETO DE COMONFORT	3	3	4	16	028	CHIRINTZIO	5	4	4
21	177	TLACOTEPEC DE BENITO JUÁREZ	3	2	3	18	003	ÁLVARO OBREGÓN	5	4	4	32	028	MEZQUITAL DEL ORO	3	3	4
21	179	TLACHICUCLA	4	2	3	19	003	AMATLÁN DE CANAS	5	4	4	10	029	SAN LUIS DE CORDERO	5	3	4
21	180	TLAHUAPAN	3	3	3	32	003	ÁLDAMAS, LOS	5	5	4	14	029	COJUIJO	5	3	4
30	181	TLALIXCOYÁN	3	2	3	5	004	ÁTOLINGA	5	4	4	32	029	MIGUEL ALZA	3	3	4
21	182	TLANERANTLA	4	3	3	10	004	ÁRTEAGA	5	4	4	10	030	SAN PEDRO DEL GALLO	5	3	4
30	182	TLANELHUAYÁN	4	3	3	14	004	AGUENCAE	5	3	4	16	030	ECLANDUREO	5	4	4
20	185	SAN JUAN CACAHUATEPEC	3	2	3	16	004	AMACUECA	5	4	4	32	030	MOMAX	5	4	4
21	185	TLAPALAPA	3	2	3	3	004	ANGAMICHTÉPEC	5	4	4	8	031	GUERRERO	5	3	4
30	185	TLAPALAPA	3	2	3	5	005	BENITO JUÁREZ	5	4	4	26	031	SANTA CLARA	5	3	4
20	186	SAN JUAN CHENILLA	3	2	3	5	005	CANTEL	5	4	4	32	031	MOANTE ESCOBEDO	5	4	4
21	186	TLALXILTEPEC	3	2	3	26	005	CANTEL	5	3	4	10	032	SANTIAGO PARASACRÓ	5	4	4
30	188	TOTUTLA	3	2	3	23	005	CANTEL	5	3	4	26	032	HLIASABAS	5	3	4
21	189	TOCHTEPEC	3	3	3	8	006	ELBURGOS	3	3	4	8	033	HUEJOTTÁN	3	3	4
21	191	TULCINGO	3	3	3	10	006	BACHINIVA	5	3	4	10	033	SUCHIL	3	3	4
20	193	SAN JUAN DEL ESTADO	4	3	3	26	006	GENERAL SIMÓN BOLÍVAR	3	3	4	14	033	DEGOLLADO	5	4	4
20	194	SAN JUAN DEL RÍO	4	3	3	32	006	ARZPE	5	3	4	32	033	MOYAHUA DE ESTRADA	6	4	4
21	194	VENUSTIANO CARRANZA	4	3	3	1	008	CANTAS DE FELIPE PESCADOR	5	3	4	8	034	IGNACIO ZARAGOZA	5	3	4
30	194	VILLA ALDAMA	4	2	3	5	008	SAN JOSÉ DE GRACIA	5	4	4	14	034	EUTLIA	5	4	4
21	196	XAYACATLÁN DE BRAVO	5	3	3	10	008	ESCOBEDO	5	4	4	16	034	HIDALGO	5	3	4
20	197	SAN JUAN QUELAVIA	2	2	3	11	008	GLADALUPE VICTORIA	5	3	4	32	034	INDIOHISTAN DE MEXIA	6	4	4
30	197	YECLUTLA	3	2	3	26	008	MANUEL DOBLADO	5	3	4	8	035	JIANOS	5	3	4
21	198	XICOTLÁN	3	2	3	32	008	BACADEHUAC	5	3	4	10	035	TEPEHLANES	3	3	4
21	199	XILITELCO	3	2	3	1	009	CLAUHTEMOC	5	4	4	14	035	ENCARNACIÓN DE DÍAZ	5	4	4
30	200	ZENILA	3	2	3	26	009	TEPEZALA	6	4	4	28	035	SAN FERNANDO	5	4	4
21	201	XOCHILTEPEC	4	3	3	32	009	IBACANORA	5	3	4	32	035	NORIA DE ANGELES	3	3	4
21	204	YACAHUALCO	3	2	3	1	010	CHALCHIHUITES	5	3	4	5	036	VIESCA	5	3	4
21	205	YEHUALTEPEC	3	2	3	8	010	ILLANO, EL	5	3	4	10	036	TLAHUALILO	5	3	4
21	206	ZACAPALA	3	2	3	10	010	BIENVENUTERA	5	3	4	11	036	SANTIAGO MARAVATÓ	5	4	4
21	207	ZACAPAXTLA	3	2	3	26	010	HIDALGO	5	3	4	16	036	HLIANDACARDO	5	4	4
21	208	ZACATLÁN	3	3	3	23	010	IBACERRA	5	3	4	32	036	COJOCALIENTE	5	4	4
21	209	ZAPOTLÁN	3	3	3	5	011	CRILLAS	5	3	4	5	037	VILLA UNIÓN	5	5	4
21	214	ZINCATEPEC	4	2	3	10	011	GENERAL CORDERA	5	3	4	16	037	HLIANUNO	3	3	4
20	215	SAN JUAN SAYULTEPEC	3	2	3	32	011	IBACORCHÉ	5	3	4	32	037	PANLICO	3	3	4

APÉNDICE: TABLA O (CONTINUACIÓN)

TABLA O: CLASIFICACIÓN NACIONAL CON REDES DE KOHONEN (INEGI 2000)

ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI	ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI	ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI
32	044	TABASCO	5	4	4	27	002	CÁRDENAS	4	3	5	29	021	NANACAMILPA DE MARIANO ARISTA	5	4	5
14	045	IXTLAHUACÁN DEL RÍO	6	4	4	28	002	ALDAMA	5	4	5	30	021	ATOYAC	5	3	5
26	045	COFOPEE	5	4	4	30	002	ACATLÁN	4	4	5	13	022	EPAZOYUCÁN	5	4	5
32	045	TEPECHTLÁN	5	4	4	31	002	ACANCEH	3	2	5	16	022	CHARO	5	3	5
11	046	YUBIRÁ	5	4	4	6	003	COMALA	6	4	5	20	023	CUILAPAM DE GUERRERO	4	3	5
16	046	JUÁREZ	5	4	4	11	003	ALLENDE	5	3	5	29	023	NATIVITAS	5	4	5
26	046	COQUITO	5	3	4	17	003	AXOCHAPAN	5	3	5	31	023	CHOCCHOLA	4	3	5
32	046	TEPETONGO	3	3	4	21	003	ACATLÁN	5	3	5	24	024	RIOVERDE	5	4	5
32	047	TIEL DE GONZÁLEZ ORTEGA	5	4	4	29	003	ATLANGATEPEC	4	4	5	17	025	TLAQUILTENANGO	5	3	5
8	048	NAMIQUIPA	5	3	4	30	003	ACAYUCÁN	4	3	5	20	025	CHAHUITES	4	3	5
14	048	JESÚS MARÍA	5	4	4	4	004	CHAMPOTÓN	4	3	5	29	025	SAN PABLO DEL MONTE	5	4	5
16	048	LAGUNILLAS	3	3	4	11	004	APASEO EL ALTO	5	4	5	17	026	TLAYACAPAN	5	3	5
32	049	VALPARAÍSO	5	3	4	17	004	AYALA	5	3	5	26	026	ETCHOJOA	4	4	5
19	050	VALLECILLO	6	5	4	25	004	CONCORDIA	5	4	5	29	026	SANTA CRUZ TLAXCALA	5	4	5
26	050	FRAYCÓN	5	3	4	30	004	ACTOPÁN	5	5	5	31	026	ÉDZEMUL	4	4	5
32	050	VETAGRANDE	5	3	4	31	004	BACA	4	2	5	7	027	CHIAPA DE CORZO	4	3	5
32	051	VILLA DE COS	3	3	4	4	005	HECELCHAKÁN	4	3	5	31	027	ÉDZIZANTÚN	5	4	5
14	052	IXTILHÁN	5	4	4	11	005	APASEO EL GRANDE	5	4	5	17	028	XOCHITEPEC	6	5	5
26	052	SAHILARÍA	5	3	4	13	005	ALCUBA	5	4	5	29	028	TEOLOCHOLCO	6	5	5
32	052	VILLA GARCÍA	5	4	4	17	005	COATLÁN DEL RÍO	5	3	5	31	028	DZILAM DE BRAVO	5	3	5
8	053	PRAXEDIS G. GUERRERO	5	3	4	20	005	ASUNCIÓN IXTALTEPEC	5	3	5	13	029	HUICHAPAN	5	4	5
32	053	VILLA GONZÁLEZ ORTEGA	5	3	4	22	005	COLÓN	4	3	5	13	030	IXMIGUILPAN	5	4	5
8	054	FRVA PALACIO	5	3	4	24	005	CÁRDENAS	5	4	5	17	030	EYECAPITLA	5	3	5
26	054	SAN JAVIER	5	3	4	27	005	COMALCALCO	4	3	5	28	030	SPADILLA	5	4	5
32	055	VILLANUEVA	5	4	4	6	006	IXTLAHUACÁN	4	3	5	29	031	TETLA DE LA SOLIDARIDAD	5	5	5
8	056	ROSARIO	3	3	4	20	006	ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	5	3	5	11	032	SAN JOSÉ TURBIDE	5	4	5
8	057	SAN FRANCISCO DE BORJA	5	3	4	27	006	QUINDIACÁN	4	3	5	17	032	ZACUALPAN DE AMILPAS	3	2	5
14	057	MANZANILLA DE LA PAZ, LA	5	4	4	13	007	ALMOLOYA	4	3	5	29	032	TETLATLAHUCA	5	5	5
26	057	SAN PEDRO DE LA CUEVA	5	3	4	22	007	EZEQUIEL MONTES	5	4	5	11	033	SAN LUIS DE LA PAZ	3	3	5
32	057	TRANCOSO	5	4	4	24	007	CEDRAL	5	4	5	16	033	GABRIEL ZAMORA	3	3	5
8	058	SAN FRANCISCO DE CONCHOS	5	3	4	31	007	CACALCHÉN	3	2	5	26	033	HUATAMPA	5	4	5
14	058	MASCOTA	5	4	4	21	008	ANILAZOATEPEC	3	3	5	21	034	CORONANGO	3	2	5
14	059	MAZAMITLA	3	4	4	24	008	CERRITOS	5	4	5	29	034	TLAXCO	5	4	5
26	059	SANTA CRUZ	5	3	4	25	008	ELIOTA	4	3	5	11	035	SANTA CRUZ DE JUVENTINO ROSAS	5	4	5
14	060	MEXICACÁN	5	4	4	29	008	QUAPAXTLA	4	3	5	13	035	METEPEC	4	3	5
16	060	NUMARÁN	5	4	4	7	009	ARRAGA	4	3	5	29	035	TOCATLÁN	5	4	5
26	060	SARIC	5	3	4	11	009	COMONFORT	3	3	5	13	036	SAN AGUSTÍN METZQUITLÁN	4	3	5
8	061	SATEVO	5	3	4	13	009	ARENAL, EL	5	4	5	15	036	HUEYPOXTLA	5	4	5
26	061	SOYOTA	5	3	4	17	009	HUIZTLAC	5	4	5	11	037	SILAO	5	5	5
14	062	MIXTLÁN	3	3	4	27	009	JALAPA	4	3	5	28	037	SOTO LA MARINA	3	4	5
16	062	PALACIARÁN	5	4	4	29	009	QUAXOMILCO	5	4	5	15	038	ISIDRO FABELA	5	3	5
26	062	SUAQUI GRANDE	6	4	4	30	009	ALTO LUCERO DE GUTIÉRREZ BARRA	5	4	5	16	038	HUETAMO	3	2	5
26	063	TEPACHE	5	3	4	31	009	CANSAHUB	4	3	5	31	038	HUNICUMÁ	4	3	5
8	064	TULE, EL	3	3	4	17	010	JANTITELCO	3	3	5	29	039	XALOXTOC	5	4	5
14	064	COJUELOS DE JUISCO	3	3	4	18	010	ROSAMORADA	5	4	5	31	039	IXIL	4	3	5
26	064	TRINCHERAS	5	3	4	25	010	FUERTE, EL	5	4	5	7	040	HUIXTLA	4	3	5
14	065	PIJLIAMO	5	4	4	27	010	JALPA DE MÉNDEZ	4	3	5	15	040	IXTAPAN DE LA SAL	5	3	5
26	065	TLEUTAMA	5	3	4	18	011	RUIZ	5	4	5	24	040	ITAMÚN	4	3	5
8	067	VALLE DE ZARAGOZA	5	3	4	22	011	MARQUES, EL	5	4	5	29	040	XALTOCAN	4	3	5
16	067	PENJAMILLO	3	3	4	24	011	CIUDAD FERNÁNDEZ	5	4	5	30	040	COATZINTLA	5	3	5
26	067	VILLA HIDALGO	5	4	4	29	011	MUÑOZ DE DOMINGO ARENAS	5	4	5	31	040	IZAMAL	4	3	5
16	068	PERIBÁN	5	4	4	30	011	ALVARADO	5	3	5	31	041	KANASIN	5	4	5
26	068	VILLA PESQUERA	5	3	4	31	011	CELESTÚN	4	3	5	11	042	VALLE DE SANTIAGO	5	4	5
14	069	COITLIPÁN	3	3	4	13	012	ATOTONILCO EL GRANDE	5	3	5	15	043	XALATILCO	5	4	5
16	070	PULFEPÉ	6	4	4	18	012	SAN ELIAS	5	4	5	20	043	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	6	5	5
16	071	PULJANDIRO	5	4	4	22	012	PEDRO ESCOBEDO	5	4	5	28	043	XICOTÉNCATL	5	4	5
14	072	SAN DIEGO DE ALEJANDRÍA	6	4	4	26	012	ÉBACUM	5	4	5	13	044	NÓPALA DE VILLAGRÁN	3	3	5
16	072	QUERÉNDARO	5	4	4	27	012	MACISPANA	4	3	5	20	044	LOMA BONITA	4	3	5
16	074	COJUMATLÁN DE RÉGILES	6	4	4	28	012	GONZÁLEZ	4	3	5	15	045	JILOTEPEC	5	3	5
14	076	SAN MARTÍN DE BOLAÑOS	5	4	4	30	012	AMATITLÁN	4	2	5	20	045	MAGDALENA APASCO	5	4	5
16	078	SANTA ANA MAYA	5	4	4	17	013	JONACATEPEC	5	3	5	21	045	CHALCHICOMULA DE SESMA	4	3	5
14	081	SANTA MARÍA DE LOS ANGELES	3	3	4	21	013	ÁLTEXPEI	5	3	5	29	045	BENITO JUÁREZ	5	4	5
16	085	TANGANCIALCO	5	4	4	25	013	MOCORTO	5	4	5	15	046	JILOTZINGO	5	4	5
16	086	TANHUATO	5	4	4	27	013	NACAYALCO	5	3	5	21	047	CHAHUITLA	3	3	5
14	087	TECALITLÁN	5	4	4	29	013	HUAMANTLA	5	4	5	29	047	ÉLZARO CÁRDENAS	5	4	5
14	088	TECOLOTLÁN	6	4	4	31	013	CONKAL	4	4	5	15	048	JOCOTILÁN	4	4	5
16	088	TARIMBARO	5	4	4	12	014	BENITO JUÁREZ	5	3	5	29	048	MAGDALENA TLALTILULCO, LA	5	4	5
14	089	TECHALUTA DE MONTENEGRO	5	4	4	15	014	ATLACOMILCO	5	4	5	30	048	COSOLEACAQUE	4	3	5
16	089	TEPACATEPEC	5	5	4	17	014	MAZATEPEC	6	5	5	15	049	JOCUINGO	5	4	5
14	090	TENAMATLÁN	5	4	4	25	014	ROSARIO	5	4	5	15	050	JUCHITEPEC	5	4	5
14	091	TECALITCHE	6	4	4	27	014	PARAISO	4	3	5	16	050	MARAVATÓ	3	3	5
16	091	TINGÜNDÍN	5	4	4	29	014	HUEYOTLIPÁN	5	4	5	29	050	SAN FRANCISCO TETLANOHCAN	5	4	5
14	092	TECOXITLÁN DE CORONA	5	4	4	30	014	AMATILÁN DE LOS REYES	4	2	5	21	051	CHIETLA	5	4	5
16	094	TLAZAZALCA	5	4	4	12	015	BENAVISTA DE QUELLAR	5	4	5	31	051	MOCOCÓHA	4	4	5
14	096	TIZAPÁN EL ALTO	5	4	4	15	015	ÁTILATLÁN	4	3	5	13	052	SAN AGUSTÍN TLAXIACA	5	4	5
14	102	TONAYA	5	4	4	17	015	MACATLÁN	5	3	5	29	052	SAN JOSÉ TEACALCO	4	3	5
16	103	VENUSTIANO CARRANZA	6	4	4	18	015	SANTIAGO INQUITLA	5	5	5	30	052	CUICHAPA	4	3	5
14	104	TOTATICHÉ	5	4	4	21	015	AMOZOC	5	5	5	31	052	IMOTUL	4	3	5
14	104	VILLAMAR	5	4	4	24	015	CHARCAS	5	3	5	20	053	MAGDALENA TLACOTEPEC	5	3	5
14	105	TOTOTLÁN	6	5	4	29	015	IXTACUILTLA DE MARIANO MATAMOROS	5	5	5	30	053	CUITLÁHUAC	5	5	5
16	105	VISTA HERMOSA	5	4	4	30	015	ÁNGEL R. CABADA	4	3	5	31	053	MUNA	5	3	5
16	106	YURECLARO	5	4	4	13	016	QUATEPEC DE HINOJOSA	5	3	5	13	054	SAN SALVADOR	5	4	5
14	107	TLXOCECA	5	4	4	15	016	ANAPULSCO	5	4	5	30	054	CHACALTANGUIS	4	3	5
15	107	TONATICO	5	4	4	24	016	EBANO	4	4	5	7	055	METAPA	4	3	5
14	109	UNIÓN DE SAN ANTONIO	5	4	4	27	016	TEAPA	4	3	5	12	055	TAXCO DE ALARÓN	5	4	5
16	109	ZINAPARO	5	4	4	29	016	IXTENCO	5	4	5	13	055	SANTIAGO DE ANAYA	5	3	5
16	110	ZINAPÉCLARO	5	4	4	15	017	AYAPANCO	5	3	5	16	055	IMUGICA	5	3	5
14	112	VALLE DE JUÁREZ	5	4	4	17	017	FUENTE DE IXTLA	6	5	5	29	055	SAN LUCAS TECOPILCO	5	4	5
14	113	SAN GABRIEL	5	4	4	25	017	SINALOA	5	4	5	26	056	SAN MIGUEL DE HORCASITAS	3	3	5
16	113	JOSE SAKTO VERDOLZCO	5	4	4	27	017	TENOSIQUE	4	3	5	29	056	SANTA ANA NOPALUCAN	6	5	5
14	115	VILLA GUERRERO	3	3	4	29	017	MAZATECOCHCO DE JOSÉ MARÍA M									

# APÉNDICE: TABLA O (CONTINUACIÓN)

## TABLA O: CLASIFICACIÓN NACIONAL CON REDES DE KOHONEN (INEGI 2000)

ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI	ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI	ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI
31	061	ROLAGARTOS	6	5	5	21	143	SAN SALVADOR EL VERDE	5	4	5	17	006	CUAUTLA	6	6	6
20	062	NATIVIDAD	3	3	5	21	144	SAN SALVADOR HUICOCOTLA	4	3	5	18	006	IXTLÁN DEL RÍO	6	5	6
21	063	ESPERANZA	4	3	5	20	145	SAN FRANCISCO LACHIGOLÓ	3	3	5	29	006	CALPULALPAN	6	5	6
13	064	TEPETILÁN	5	4	5	30	145	SOCONUSCO	4	3	5	1	007	IRINCÓN DE ROMOS	6	5	6
15	065	OTUMBA	5	4	5	21	149	SANTIAGO MAHUTLÁN	4	3	5	5	007	CUATROCIENEGAS	5	4	6
16	065	PARACHO	4	3	5	20	150	SAN FRANCISCO TELIXTLAHLIACA	5	4	5	14	007	SAN JUANITO DE ESCOBEDO	6	5	6
30	065	EMILIANO ZAPATA	5	4	5	21	151	SANTO TOMÁS HUEYOTLIPÁN	4	3	5	26	007	ATIL	5	3	6
31	065	SAN FELIPE	5	3	5	21	153	TECALI DE HERRERA	4	3	5	27	007	EMILIANO ZAPATA	6	5	6
13	066	VILLA DE TEZONTTEPEC	5	5	5	21	154	TECAMACHALCO	4	3	5	28	007	CAMARGO	6	6	6
16	066	PÁTZCUJARO	5	3	5	21	163	TEPATLAXCO DE HIDALGO	4	4	5	32	007	CONCEPCIÓN DEL ORO	5	3	6
13	067	TEZONTTEPEC DE ALDAMA	5	4	5	21	164	TEPEACA	5	3	5	6	008	MINATITLÁN	6	5	6
15	067	OTZOLOTEPEC	5	3	5	30	164	TECOELO	4	3	5	13	008	JAPAN	6	5	6
15	068	OZUMBA	5	3	5	21	171	TEPEYAHUALCO DE CUAUHTEMOC	5	4	5	14	008	BARANDAS	6	5	6
20	068	OCCOTLÁN DE MORELOS	3	2	5	21	173	TEPELES DE AVILA CASTILLO	6	4	5	17	008	EMILIANO ZAPATA	6	5	6
31	068	SINANCHÉ	4	3	5	30	174	TIERRA BLANCA	4	3	5	18	008	XALISCO	6	6	6
30	069	CUTIÉREZ ZAMORA	3	2	5	21	176	TILAPA	3	3	5	19	008	ELUSTAMANTE	6	5	6
21	071	HUALCHINANGO	5	3	5	30	176	TILACOALPAN	4	3	5	23	008	SOLIDARIDAD	6	4	6
30	071	HUALISCO	4	3	5	20	178	SAN JUAN BAUTISTA GLELACHE	5	3	5	3	009	LORETO	6	5	6
26	072	SAN IGNACIO RÍO MUERTO	4	4	5	30	178	TILACOTALPAN	4	3	5	5	009	FRANCISCO I. MADERO	5	3	6
16	073	QUIROGA	3	3	5	21	181	TILALTENANGO	5	3	5	6	009	TECOMÁN	6	5	6
7	074	REFORMA	5	3	5	30	183	TILAPACOVÁN	4	3	5	9	009	MILPA ALTA	6	6	6
21	074	HUEJOTZINGO	5	4	5	20	184	SAN JUAN BAUTISTA TLXTEPEC	5	3	5	14	009	ARENAL EL	6	5	6
30	074	HUILLOAPAN DE CUAUHTEMOC	5	3	5	30	186	TOMATLÁN	4	4	5	15	009	AMECAMECA	6	4	6
20	075	REFORMA DE PINEDA	4	3	5	30	190	TILXITLILLA	4	3	5	24	009	CERRO DE SAN PEDRO	6	5	6
20	077	REYES ETLA	3	2	5	20	192	SAN JUAN CHILATECA	5	4	5	25	009	ESCUINAPA	6	5	6
30	077	ISLA	4	3	5	30	192	VEGA DE ALATORRE	5	3	5	13	010	ATITLALQUIA	6	5	6
7	078	SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS	5	3	5	30	196	YANGA	5	5	5	15	010	APAXCO	6	5	6
20	078	ROJAS DE CUAUHTEMOC	3	3	5	21	197	XICOTEPEC	4	3	5	19	010	CARMEN	6	6	6
14	079	GÓMEZ FARIAS	6	5	5	30	205	HIGO, EL	5	4	5	20	010	BARRIO DE LA SOLEDAD, EL	6	5	6
15	079	SOYANQUILPAN DE JUÁREZ	5	3	5	30	207	TRES VALLES	4	3	5	29	010	CHILATEMPÁN	6	5	6
21	079	HUILTZITLAPÉ	4	3	5	21	211	ZARAGOZA	5	4	5	32	010	IFERNILLO	5	4	6
13	081	ZACUALTIPÁN DE ANGELES	5	4	5	20	227	SAN LORENZO CACOTEPEC	5	4	5	1	011	SAN FRANCISCO DE LOS ROMO	6	5	6
16	082	TACAMBULO	3	3	5	20	247	CAPULALPAN DE MÉNDEZ	5	3	5	8	011	CAMARGO	6	6	6
21	082	INCAQUITLA	5	4	5	20	294	SAN PABLO HUITZO	5	2	5	11	011	CORTAZAR	6	5	6
30	082	INHUALTÁN DEL SURESTE	4	2	5	20	295	SAN PABLO HUITEPEC	4	3	5	15	011	ATENCO	6	5	6
31	082	TECHCAC PUEBLO	5	4	5	20	318	SAN PEDRO MIXTEPEC (UQUILLA)	5	3	5	16	011	BRISAÑAS	6	5	6
13	083	ZEMOLA	5	5	5	20	339	SAN PEDRO Y SAN PABLO TEPOSCO	4	3	5	19	011	CERRALVO	6	6	6
20	083	SAN AGUSTÍN LAS JUNTAS	5	4	5	20	397	HEROICA CIUDAD DE TLAXACO	5	3	5	25	011	GUASAVE	6	6	6
31	083	TECHCAC PUEBLO	5	4	5	20	399	SANTA MARÍA ATZOMPAN	3	2	5	10	012	LERDO	6	6	6
13	084	ZIMAPAN	5	3	5	20	403	SANTA MARÍA COYOTEPEC	5	3	5	15	012	ATIZAPAN	5	5	6
14	084	TALPA DE ALLENDE	3	3	5	20	413	SANTA MARÍA HUATILCO	5	3	5	17	012	JOJUTLA	6	6	6
15	084	TEMASCALAPA	5	5	5	20	418	SANTA MARÍA JUAPA DEL MARQUE	5	3	5	19	012	CIENEGA DE FLORES	7	6	6
21	085	IGUARDE MATAMOROS	5	5	5	20	421	SANTA MARÍA MIXTEQUILLA	5	3	5	13	013	ATOTONILCO DE TULA	6	6	6
30	085	IXTACZOQUILTÁN	5	3	5	20	462	SANTIAGO HUACLOTILÁN	5	4	5	14	013	ATOTONILCO EL ALTO	6	5	6
16	087	TARETÁN	5	3	5	20	472	SANTIAGO LAOLLAGA	5	3	5	19	013	CHINA	6	5	6
20	087	SAN AGUSTÍN YAUTEPEL	5	3	5	20	493	SANTIAGO TILLO	4	3	5	24	013	CAPULHUAC	6	4	6
15	088	TENANGUINGO	5	4	5	20	499	SANTIAGO YOLOMECATL	5	3	5	26	013	BANAMICHI	5	3	6
7	089	TAPACHULA	5	3	5	20	505	SANTO DOMINGO INGENIO	5	3	5	30	013	NARANJOS AMATLÁN	6	4	6
30	089	HUALTIPÁN	4	3	5	20	508	SANTO DOMINGO OXHUITLÁN	5	3	5	20	014	CIUDAD IXTTEPEC	6	6	6
31	089	TICUL	5	4	5	20	515	SANTO DOMINGO YANHUITLÁN	5	3	5	26	014	BAVIACORA	5	3	6
15	090	TENANGUINGO DEL VALLE	5	4	5	20	515	SANTO DOMINGO YANHUITLÁN	4	3	5	28	014	GUERRERO	6	6	6
21	090	BUJUC BONILLA	5	3	5	20	523	SANTO DOMINGO YANHUITLÁN	4	3	5	14	014	AUTLAN DE NAVARRO	5	5	6
30	090	IXMAPA	4	2	5	20	539	SOLEDAD ETLA	5	4	5	5	015	GUSTAVO DIAZ ORDÁZ	6	6	6
30	092	XICO	4	2	5	20	545	TEOTITLÁN DE FLORES MACÓN	5	3	5	5	016	LAMADRID	6	4	6
30	093	ILCOATEPEC	5	4	5	20	546	TEOTITLÁN DEL VALLE	3	3	5	18	016	TECUALA	6	6	6
31	093	TIXKOCOS	5	4	5	20	551	TLACUILLA DE MATAMOROS	5	4	5	19	016	DOCTOR GONZÁLEZ	6	6	6
15	094	TEPETLUXPA	5	3	5	20	553	TLALIXTAC DE CÁRRERA	3	3	5	22	016	SAN JUAN DEL RÍO	6	6	6
31	095	TIXTEHUAL	4	3	5	20	565	VILLAHUICIL DE HERRERA	5	3	5	26	016	ECNAMIÁN HILL	6	6	6
20	096	SAN ANTONIO DEL VALLE	5	3	5	20	565	VILLAHUICIL DE HERRERA	5	3	5	20	016	ANÁHUAC	6	6	6
7	097	TONALÁ	5	3	5	20	001	ACACOMULCO	6	5	6	11	017	TEHUACÁN	6	6	6
21	097	TONALÁ	5	3	5	20	001	ABASOLO	6	5	6	11	017	TEHUACÁN	6	6	6
16	098	TUXPAN	5	4	5	12	001	AHUMADA	5	5	6	11	017	TEHUACÁN	6	6	6
14	100	TOMATLÁN	3	3	5	14	001	ACAPULCO DE JUÁREZ	6	4	6	22	017	TEHUACÁN	6	6	6
31	100	TOTOL	3	2	5	18	001	ACATAC	6	5	6	26	017	CABORCA	6	6	6
15	101	TOTOL	5	5	5	19	001	ACAPONETA	6	5	6	14	018	BARCELONA	6	6	6
30	101	TIANGUISTENANGO	5	3	5	26	001	ABASOLO	7	6	6	12	018	CALMAYÁ	6	6	6
31	101	UMÁN	5	4	5	28	001	ACONCO	5	4	6	17	018	ITZAMPA	6	6	6
15	102	TIMILAPÁN	5	3	5	28	001	ABASOLO	6	5	6	10	018	ITZAMPA	6	6	6
20	102	SAN ANTONIO ZAPATA	5	3	5	3	002	AMAYAC DE GUERRERO	6	5	6	19	018	GARZA	6	6	6
30	102	MARTÍNEZ DE LA TORRE	4	3	5	3	002	ALTEPEC	5	5	6	25	018	NAVOLATO	6	6	6
21	102	VALADOLID	4	4	5	8	002	ACIENA	6	6	6	28	018	JIMÉNEZ	6	6	6
20	103	SAN ANTONIO CASTILLO VELASCO	4	3	5	11	002	ALDAMA	6	5	6	5	019	MORELOS	6	6	6
31	105	YAKURIL	4	3	5	14	002	ACAMBARO	6	4	6	15	019	JALPA	5	4	6
15	107	SAN ANTONIO DE LA CAL	4	3	5	15	002	ACATLÁN DE JUÁREZ	6	6	6	21	019	JALPA	5	4	6
21	108	ORIENTAL	5	3	5	19	002	ACATEPEC	6	5	6	17	020	IMPA	6	6	6
15	110	VALLE DE BRAVO	5	3	5	25	002	ACUALULAS	6	6	6	18	020	BAHÍA DE BANDERAS	6	6	6
16	112	ZITACUARO	5	3	5	26	002	ANGOSTURA	6	6	6	18	020	TEHUACÁN DE BANDERAS	6	6	6
30	112	INACOLUNCO	5	4	5	4	003	AGUILA FRETA	6	5	6	18	020	GENERAL BARRERA	6	6	6
30	114	NAHUILA	4	2	5	3	003	CARMEN	6	4	6	24	020	GENERAL BRAVO	6	6	6
15	115	XONACATLÁN	5	4	5	3	003	ALLÉN	5	3	6	23	020	CARBO	5	4	6
20	115	SAN BARTOLO COYOTEPEC	6	3	5	24	003	ALLÉN	6	6	6	32	020	JERE	6	4	6
30	115	INCOGLES	6	4	5	24	003	ALLÉN	6	6	6	32	020	JERE	6	4	6
15	116	ZACAZONAPAN	3	3	5	24	003	ALLÉN	6	4	5	14	021	EMILIANO ZAPATA	6	5	6
30	116	OLLITA	4	3	5	24	004	COCHO	5	4	6	14	021	CASIMIRO CASTILLO	6	5	6
21	117	RAFAEL LARA GRAJALES	5	5	5	6	004	COXIMATLÁN	6	5	6	28	021	MANTE, EL	6	4	6
15	118	NANCANTEPEC	5	4	5	14	003	ALLÉN	5	5	6	14	022	INAVA	6	6	6
30	119	TOTATLÁN	4	3	5	24	004	COXIMATLÁN	6	5	6	14	022	CHIHUATLÁN	6	5	6
30	123	IPANUJO	5	4	5	24	004	COXIMATLÁN	6	4	6	15	022	COXIMATLÁN	6	6	6
30	125	PASO DEL MACHO	3	3	5	26	004	COXIMATLÁN	5	5	6	19	022	GENERAL TERÁN	6	5	6
30	126	PASO DE OVEJAS	5	3	5	26	005	JESUS MARIA	6	5	6	29	022	ACUAMANALA DE MIGUEL HIDALGO	6	5	

APÉNDICE: TABLA O (CONTINUACIÓN)

TABLA O: CLASIFICACIÓN NACIONAL CON REDES DE KOHONEN (INEGI 2000)

ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI	ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI	ENT	MUN	MUNICIPIOS	PROP1	PROP2	INEGI
28	024	MIER	6	5	6	13	063	TEPEJ DEL RÍO DE OCAMPO	6	5	6	17	007	CUERNAVACA	7	7	7
29	024	IPANOTLA	6	6	6	20	063	NAZARENO ET LA	6	5	6	3	008	CAMBOS, LOS	7	7	7
1	025	PURISIMA DEL RINCON	6	5	6	13	065	TENANGO	6	5	6	9	008	MAGDALENA CONTRERAS, LA	7	7	7
14	025	ICOLOTLAN	6	5	6	14	066	PONCITLAN	5	5	6	19	009	CADEREYTA JIMENEZ	7	6	7
15	025	ICHALCO	6	5	6	26	066	LURES	5	4	6	28	009	CIUDAD MADERO	7	7	7
9	025	GENERAL ZALUJUA	6	6	6	30	068	IFORTIN	6	4	6	5	010	FRONTERA	7	6	7
26	025	EMPALME	6	6	6	13	069	ITIZAUCA	6	6	6	6	010	VILLA DE ALVAREZ	7	7	7
30	026	BANDERILLA	6	5	6	15	069	PAPALOTLA	6	6	6	9	010	ALVARO OBREGON	7	7	7
11	027	SALAMANCA	6	5	6	16	069	PIEDAD, LA	6	5	6	9	011	TLAHUAC	7	7	7
15	027	CHAPULTEPEC	6	5	6	13	070	TLAHUELILPAN	6	5	6	7	011	JUITEPEC	7	6	7
19	027	HERRERAS, LOS	6	5	6	14	070	SALTO EL	6	5	6	9	012	TLAPAN	7	7	7
25	027	FRONTERAS	6	5	6	15	070	TAZ, LA	6	5	6	25	012	TLAPAN	7	7	7
29	027	TENANCIINGO	6	5	6	25	070	GENERAL FLUTARCO ELIAS CALLES	6	5	6	9	013	XICOMILTEPEC	7	6	7
15	028	ICHANALAPA	6	5	6	25	071	BENITO JUAREZ	6	5	6	15	013	ATZAPAN DE ZARAGOZA	7	7	7
19	028	HIGUERAS	6	5	6	25	071	BENITO JUAREZ	6	5	6	9	014	BENTO JUAREZ	7	7	7
26	028	GRANADOS	6	5	6	13	072	TLANALAPA	6	6	6	22	014	QUERETARO	7	7	7
5	029	SACRAMENTO	6	6	6	15	072	RAYON	6	5	6	9	015	CUAHTEMOC	7	7	7
12	029	ICHILPANCINGO DE LOS BRAVO	6	4	6	14	073	ISAN JUAN DE LOS LAGOS	6	5	6	11	015	GUANAJUATO	6	6	7
15	029	CHICOCAPAN	6	5	6	15	073	ISAN ANTONIO LA BELA	6	5	6	25	015	SALVADOR ALVARADO	7	7	7
17	029	YAJUTEPEC	6	5	6	13	074	TLAXCOAPAN	6	5	6	9	016	MIGUEL HIDALGO	7	7	7
19	029	HUALAHUISES	6	5	6	14	074	ISAN JULIAN	6	5	6	8	017	CUAHTEMOC	6	5	7
29	029	TEPEYANCO	6	5	6	13	075	TOLCAYUCA	6	5	6	9	017	VENUSTIANO CARRANZA	7	7	7
14	030	CHAPALA	6	5	6	14	075	ISAN MARCOS	5	4	6	18	017	TEPEC	7	7	7
15	030	CHICONCUAC	6	5	6	15	075	ISAN MARTIN DE LAS PIRAMIDES	6	5	6	32	017	GUADALUPE	7	7	7
30	030	CAMERINO Z MENDOZA	6	4	6	16	075	REYES, LOS	6	5	6	3	018	MONCLOVA	7	7	7
11	031	ISAN FRANCISCO DEL RINCON	6	5	6	13	076	TULA DE ALLENDE	6	5	6	26	018	COAHUILTEPEC	7	7	7
13	031	CHIMALHUACAN	6	5	6	15	076	ISAN MATEO ATENCO	6	5	6	15	019	ISAN PEDRO GARZA GARCIA	7	7	7
19	031	JUAREZ	6	5	6	16	076	ISAN JUAN	6	5	6	25	019	ISAN PEDRO GARZA GARCIA	6	5	7
19	032	LAMPAZOS DE NARANJO	6	5	6	13	077	TLANCIINGO DE BRAVO	6	5	6	11	020	LEON	6	6	7
12	032	MOROS	6	5	6	14	078	ISAN MIGUEL EL ALTO	6	5	6	15	020	COACALCO DE BERRIOZABAL	7	7	7
9	033	ISAN FERRER	6	5	6	15	081	TECAMAC	6	5	6	8	021	DELICIAS	7	7	7
19	033	EL MATEO	6	4	6	13	082	ZAPOTLAN DE JUAREZ	6	5	6	19	021	GENERAL ESCOBEDO	7	6	7
20	033	GUADALUPE ET LA	6	4	6	14	082	ISAVILLA	6	5	6	28	022	MATAMOROS	6	6	7
28	033	IRIO BRAVO	6	5	6	14	083	ITALA	6	5	6	14	023	ZAPOTLAN EL GRANDE	7	7	7
5	034	SIERRA MOJADA	6	5	6	15	083	TEMAMATLA	6	4	6	15	024	CUAUTITLAN	7	7	7
19	034	MARIN	6	6	6	15	083	TEMAMATLA	6	4	6	5	025	PIEDRAS NEGRAS	7	6	7
26	034	HUEPAC	5	5	6	20	084	ISAN AGUSTIN ET LA	5	3	6	28	025	MIGUEL ALEMAN	6	5	7
30	034	CERRO AZUL	6	4	6	14	085	TAMAZULIA DE GORDIANO	6	5	6	28	025	MIGUEL ALEMAN	6	5	7
12	035	HUALA DE LA INDEPENDENCIA	6	4	6	15	089	TENANGO DEL AIRE	6	4	6	19	026	GUADALUPE	7	7	7
15	035	HUEHUETCOA	6	6	6	15	091	TEOLOYLICAN	6	6	6	5	027	RAMOS ARIZPE	7	6	7
19	035	MELCHOR OCAMPO	6	5	6	21	091	JUAN GALINDO	6	4	6	28	027	NEUVI LAREDO	7	6	7
20	035	COELATADO DE JUAREZ	5	3	6	15	092	TEOTIHUACAN	6	5	6	5	028	SABILLA	7	6	7
26	035	IMURIS	5	3	6	14	093	TEPATITLAN DE MORELOS	6	5	6	24	028	ISAN LUIS PABLO	6	6	7
8	036	BIMENEZ	6	6	6	15	093	TEPELAXTOC	5	5	6	25	029	BCCA DEL RIO	6	6	7
14	036	ETZATLAN	6	4	6	14	095	TECHILA	6	5	6	5	030	SALTILLO	7	7	7
14	037	SIERRA EL	6	5	6	15	096	TECHILA	6	5	6	26	030	ESPIRAL EL	7	6	7
19	037	MINA	6	6	6	15	096	TECHILA	6	5	6	26	030	HERNANDEZ	7	7	7
26	037	MAZATAN	6	5	6	14	097	TLAJOMULCO DE ZARAGOZA	6	5	6	5	031	ISAN BUENAVENTURA	7	6	7
5	038	ZARAGOZA	6	5	6	30	097	LERDO DE TEJADA	6	5	6	17	031	ZACATEPE DE HIDALGO	7	6	7
10	038	VICENTE GERRERO	6	5	6	14	098	TLAQUEPAQUE	6	5	6	5	032	ISAN JUAN DE SABINAS	7	6	7
12	038	JOSE AZUETA	6	4	6	15	098	TEXCALYACAC	5	5	6	8	032	HIDALGO DEL PARRAL	6	5	7
19	038	MONTEMORELOS	6	6	6	15	100	TEZOUCA	6	6	6	28	032	REYNOSA	7	6	7
29	038	HIZOPANTEPEC	5	5	6	14	101	TONALA	6	5	6	15	033	ECATEPE DE MORELOS	6	6	7
30	038	COATEPEC	6	5	6	16	102	URUAPAN	6	4	6	29	033	TLAXCALA	7	7	7
13	039	MINERAL DEL MONTE	5	3	6	14	103	TONILA	5	3	6	5	035	TORREON	7	7	7
20	039	HUALAJAPAM DE LEON	6	6	6	16	107	ZACAPU	6	5	6	24	035	SOLIDAD DE GRACIANO SANCHEZ	7	7	7
26	039	INACO	5	5	6	14	108	TLUPAN	6	5	6	23	036	OTOLCAMA	6	5	7
19	040	AMATITLAN	6	5	6	16	108	AMATITLAN	6	5	6	15	037	AMATITLAN	6	5	7
29	040	AMATITLAN	6	5	6	20	108	AMATITLAN	6	5	6	15	037	AMATITLAN	6	5	7
11	041	MIRASANS	6	5	6	14	110	VALLE DE TILDA	6	5	6	25	038	HUAMANTLAN	6	6	7
19	041	MIRASANS	6	5	6	14	110	VALLE DE TILDA	6	5	6	25	038	HUAMANTLAN	6	6	7
19	041	MIRASANS	6	5	6	14	110	VALLE DE TILDA	6	5	6	25	038	HUAMANTLAN	6	6	7
21	041	CUAUTLAN	6	5	6	21	119	ISAN ANDRES CHOLLULA	5	5	6	19	039	INTERAMERICA	6	6	7
29	041	PAPALOTLA DE XICOTENCATL	6	5	6	21	119	ISAN ANDRES CHOLLULA	5	5	6	19	039	MONTERREY	7	7	7
26	042	INAVOJUA	6	6	6	15	120	ZUMPANGO	6	5	6	30	039	COATZACOALCOS	6	4	7
29	042	XICOTIZINGO	6	5	6	14	121	ZACATEPEC	6	5	6	26	041	INAZOYARI DE GARCIA	6	5	7
14	043	HUERTA, LA	6	4	6	15	122	VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD	6	5	6	28	041	VICTORIA	7	7	7
16	043	JACONA	6	5	6	14	124	ZAPOTLANEJO	6	5	6	26	043	NOGALES	6	5	7
29	043	YAJUQUEMECAN	6	5	6	21	125	ISAN GREGORIO ATZOMPAN	5	5	6	15	044	JALTENCO	6	6	7
11	044	VILLAGRAN	6	5	6	21	132	ISAN MARTIN TEXMELICAN	6	5	6	19	044	SABINAS HIDALGO	7	6	7
14	044	IXTLAHUACAN DE LOS MEMBRILLOS	6	5	6	21	136	ISAN MIGUEL XOXTLA	6	6	6	19	046	ISAN NICOLAS DE LOS GARZA	7	7	7
29	044	ZACATELCO	6	5	6	21	140	ISAN PEDRO CHOLLULA	6	5	6	19	047	HIDALGO	7	6	7
30	044	CORDOBA	6	4	6	21	156	TEHUACAN	6	5	6	13	048	PACHUCA	7	7	7
19	045	AMATEPEC	6	5	6	20	174	AMMAS TRUJANO	6	5	6	27	048	AMATEPEC	6	5	7
15	045	HUAPILPAN	6	5	6	21	174	TEHUACAN	6	5	6	27	048	AMATEPEC	6	5	7
19	045	SANJUAN VICTORIA	6	6	6	30	183	TLUPAN	5	4	6	13	049	EMERITIO FERRASCO	6	6	7
14	046	LAJUNTA	6	5	6	20	183	TLUPAN	5	4	6	13	049	EMERITIO FERRASCO	6	6	7
14	047	JANAYUCAN	6	5	6	20	183	TLUPAN	5	4	6	13	049	EMERITIO FERRASCO	6	6	7
26	047	PIQUITO	6	5	6	20	305	ISAN PEDRO COMITANCILLO	6	6	6	15	054	METPEC	7		

- 1) **[ANDERBERG 73]** Anderberg, M.R., "*Cluster Analysis for Applications*", New York, Academic Press, 1973
- 2) **[ALDENDERFER 84]** Aldenderfer, M.S., Blashfield, R.K., "*Cluster Analysis (Quantitative Applications in the Social Sciences)*", Sage Publications, 1984.
- 3) **[BISHOP 95]** Bishop Christopher M., "*Neural Networks for Pattern Recognition*", Oxford University Press, 1995.
- 4) **[BRIO 01]**, Brio, B. Martín. "*Redes Neuronales y Sistemas Difusos*", Alfaomega, México 2001.
- 5) **[CATENA 03]**, Andrés, "*Análisis Multivariado, un manual para Investigadores*", Madrid, Biblioteca Nueva, 2003.
- 6) **[GROSSMAN 92]**, Stanley I, "*Algebra Lineal con aplicaciones*", Mc Graw Hill, 1992.
- 7) **[HAYKIN 99]** Haykin S., "*Neural Networks: A Comprehensive Foundation*", 2nd edition. Prentice Hall, NJ, 1999.
- 8) **[HEBB 49]**, D.O., "*The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory*", New York: Wiley, 1949.
- 9) **[HILERA 00]**, G. José Ramón, "*Redes Neuronales Artificiales*", Fundamentos, Modelos y Aplicaciones, Alfaomega 2000.
- 10) **[KOHONEN 88]** Kohonen, T. "*Self-Organization and Associative Memory*". Springer, second edition, 1988
- 11) **[KOHONEN 90]** Kohonen T., "*The Self Organizing Map*". Proceedings of the IEEE, 78, 9, pp. 1464-1480, 1990.
- 12) **[KOHONEN 97]** Kohonen T., "*Self Organizing Maps*", Berlin: Springer-Verlag 1997.
- 13) **[MARDIA 94]** Mardia K.V., Kent, J.T. y Bibby, J.M., "*Multivariate Analysis*", Londres, Academic Press, 1994.
- 14) **[MCCULLOCH 43]**, W.S., W. Pitts, "*A logical calculus and the ideas immanent in nervous activity*". Bulletin of Mathematical Biophysics, vol. 5, pp. 115-133, 1943.

- 15) **[MENDEL 70]** Mendel, J. M. y McLaren, R. W., "*Reinforcement learning control and pattern recognition systems*", in J. M. Mendel and K. S. Fu, editors, *Adaptive Learning and Pattern Recognition Systems: Theory and Applications*, pp. 287-318, Academic Press, New York 1970.
- 16) **[MINSKY 69]** Minsky M.L., Papert S. A., "*Perceptrons*". Cambridge, MA, MIT Press, 1969.
- 17) **[ROSENBLATT 58]** Rosenblatt, F., *The Perceptron: "A probabilistic model for information storage and organization in the brain"*. *Psychological Review*, vol. 65. pp. 386-408, 1958.
- 18) **[RUMELHART 86]** Rumelhart D.E., G.E. Hinton, R.J. Williams, "*Learning representation of Back-propagation errors*". *Nature (London)*, vol. 323, pp. 533-536, 1986

### SOBRE ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS:

- Domínguez, Edgar. Monografías.com S.A. (1997) "Análisis de Mercados", <<http://www.monografias.com/trabajos15/analisis-de-mercados/analisis-de-mercados.shtml>> (consulta: enero 10, 2008).
- Ferenc Kovács, Renáta Iváncsy (2006) "Novel Cluster Validity Index: Variance of the nearest neighbor distance" <http://www.bmf.hu/conferences/mtn2005/KovacsFerenc.pdf> (consulta: enero 10, 2008).
- Figueras, Manuel S. 5campus.org, Estadística (España, 2001): "Análisis de conglomerados o cluster", <<http://www.5campus.org/leccion/cluster>> (consulta: enero 10, 2008).
- Gondar, J. Emilio. Data Mining Institute, S.L. (España, 2000): "Artículos Estadísticos. Análisis Cluster" <<http://www.estadistico.com/arts.html?20001023#pasos>> (consulta: enero 10, 2008).
- Gondar J. Emilio. Data Mining Institute, S.L. (España, 2000): "Artículos Estadísticos. Análisis de Conglomerados" <<http://www.estadistico.com/arts.html?20010723>> (consulta: enero 10, 2008).
- Serrano Cinca, C., 5campus.com, Sistemas Informativos Contables, (España, 2000): "Análisis contable con técnicas multivariantes", <<http://www.5campus.com/leccion/multivar>> (consulta: enero 10, 2008).
- Statsoft Inc. (1984) *Cluster Analysis* <<http://www.statsoft.com/textbook/stcluan.html>> (consulta: enero 10, 2008).

### INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y RNA:

- Bollilla Ana. Monografías.com, (1997): "Redes Neuronales" <<http://www.monografias.com/trabajos12/redneuro/redneuro.shtml>> (consulta: enero 10, 2008).
- Colaboradores de Wikipedia. Wikipedia, La enciclopedia libre, (2008): "Inteligencia artificial" <[http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Inteligencia\\_artificial&oldid=14841226](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Inteligencia_artificial&oldid=14841226)> (consulta: febrero 3, 2008).
- Colaboradores de Wikipedia. Wikipedia, La enciclopedia libre, (2007): "Red neuronal artificial" <[http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Red\\_neuronal\\_artificial&oldid=13711902](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Red_neuronal_artificial&oldid=13711902)> (consulta: enero 10, 2008).

- Pavía, Luis Gustavo. Monografías.com, (1997): "*Informe sobre redes neuronales*".  
<<http://www.monografias.com/trabajos/redesneuro/redesneuro.shtml>> (consulta: enero 10, 2008).
- Trec Internet (2000): "*Redes Neuronales Artificiales*"  
<<http://electronica.com.mx/neural/informacion/index.html>> (consulta: enero 10, 2008).

## REDES DE KOHONEN:

- Galindo, Pedro L. Sistemas Inteligentes de Computación, (España, 2000) "*Mapas Autoorganizados de Kohonen (SOM)*"  
<[http://www2.uca.es/dept/leng\\_sist\\_informaticos/preal/23041/transpas/H-MapasdeKohonen/ppframe.htm](http://www2.uca.es/dept/leng_sist_informaticos/preal/23041/transpas/H-MapasdeKohonen/ppframe.htm)> (consulta enero 10, 2008).
- Gutiérrez Martín, Francisco. Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales, (2000): "*El modelo de Kohonen*"  
<<http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd98/TecInfo/07/capitulo6.html>> (consulta: enero 10, 2008).
- Igor Mokriš, Radoslav Forgáč. Institute of Informatics Slovak Academy of Sciences, (2004): "*Decreasing the feature space dimension by Kohonen Self-Organizing Maps*" <<http://www.bmf.hu/conferences/SAMI2004/mokris1.pdf>> (consulta: enero 10, 2008).
- M. Turhan. Rock Solid Images, (1997): "*Kohonen's Self Organizing Networks with "conscience"*" <<http://www.rocksolidimages.com/pdf/kohonen.pdf>> (consulta: enero 10, 2008).
- Ribadas Peña, Francisco José. Área de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial (España, 2005): "*Mapas Auto-organizativos*"  
<[http://ccia.ei.uvigo.es/docencia/IA/Tema5\\_parte2.pdf](http://ccia.ei.uvigo.es/docencia/IA/Tema5_parte2.pdf)> (consulta enero 10, 2008)
- Serrano Cinca, C. 5campus.org Sistemas Informativos Contables, (2000): "*Las redes neuronales artificiales*" <<http://www.5campus.org/leccion/redes>> (consulta: enero 10, 2008).
- Sotolongo, G; Guzmán M.V., (Cuba, 2002): "*Aplicaciones de las redes neuronales. El caso de la Bibliometría*"  
<<http://www.dynamics.unam.edu/DinamicaNoLineal/Articulos/MineriaDatos/Articulo03.pdf>> (consulta: enero 10, 2008).

## INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA

- Comisión para la Cooperación Laboral (2004) "*El empleo de la mujer en América del Norte y en la Unión Europea*"  
<[http://www.naalc.org/spanish/ewna\\_part3.shtml](http://www.naalc.org/spanish/ewna_part3.shtml)> (consulta: enero 10, 2008).
- CONAPO (2008): "*Consejo Nacional de Población. Publicaciones en Línea*"  
<<http://www.conapo.gob.mx/>> (consulta: enero 10, 2008).

- Secretaría de Gobernación. INAFED (México, 2004): "*E-Local. Portal de los municipios del Gobierno Federal*" <<http://www.e-local.gob.mx/wb2/>> (consulta: enero 10, 2008).
- INEGI (México, 2004): "*Regiones Socioeconómicas de México*" <<http://jweb.inegi.gob.mx/niveles/jsp/index.jsp>> (consulta: enero 10, 2008).

#### OTROS:

- Mapas de México (2006) "*Mapas y fotos satelitales*" <<http://www.mapasmexico.net/>> (consulta enero 10, 2008).
- EDUTEKA – Tecnologías de Información y Comunicaciones para Enseñanza Básica y Media (1997): "*Cómo citar documentos electrónicos. Norma ISO 690-2*" <[http://www.eduteka.org/pdfdir/ISO\\_690\\_2.pdf](http://www.eduteka.org/pdfdir/ISO_690_2.pdf)> (consulta: enero 10, 2008).