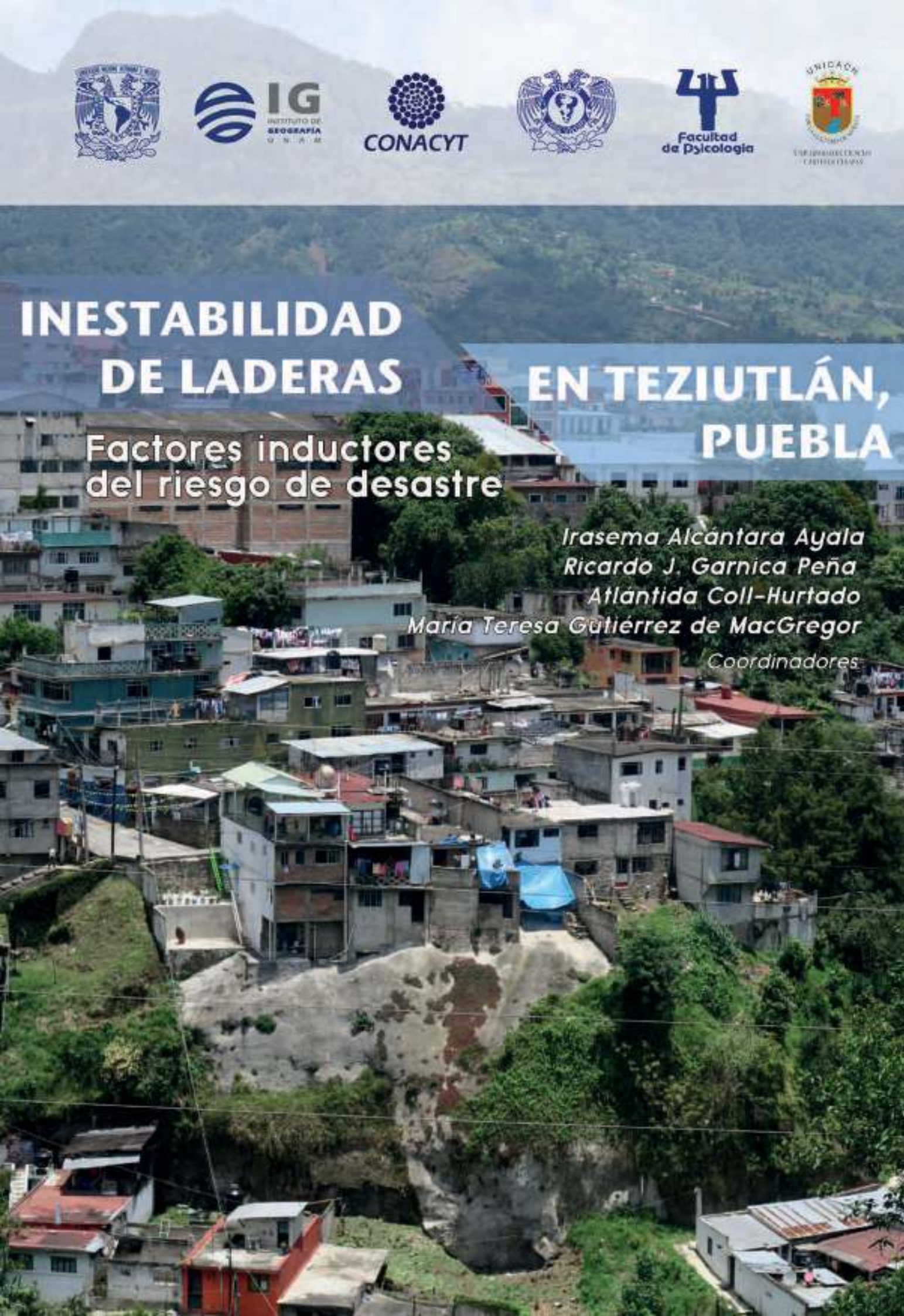
INESTABILIDAD DE LADERAS EN TEZIUTLÁN, PUEBLA

Factores inductores del riesgo de desastre

Irasema Alcántara Ayala
Ricardo J. Garnica Peña
Atlántida Coll-Hurtado
María Teresa Gutiérrez de MacGregor
Coordinadores



INESTABILIDAD DE LADERAS EN TEZIUTLÁN, PUEBLA

Factores inductores del riesgo de desastre

Irasema Alcántara Ayala
Ricardo J. Garnica Peña
Atlántida Coll-Hurtado
María Teresa Gutiérrez de MacGregor
Coordinadores

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
IG INSTITUTO DE GEOGRAFÍA UNAM
CONACYT
UNICACH UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

Inestabilidad de laderas en Teziutlán, Puebla. Factores inductores del riesgo de desastres

Primera edición, 28 de abril de 2017

D.R. © 2017 Universidad Nacional Autónoma de México

Ciudad Universitaria,
Coyoacán, 04510 México, D. F.
Instituto de Geografía,
www.unam.mx, www.igeograf.unam.mx

Editor académico: José Luis Palacio Prieto
Editores asociados: María Teresa Sánchez Salazar
y Héctor Mendoza Vargas

Editor técnico: Raúl Marcó del Pont Lalli

Prohibida la reproducción parcial o total por cualquier medio,
sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales

ISBN: 978-607-02-9136-4
DOI: http://dx.doi.org/10.14350/sc.05

Impreso y hecho en México.

Coordinadores

Irasema Alcántara Ayala,
Ricardo J. Garnica Peña,
Atlántida Coll-Hurtado,
María Teresa Gutiérrez de MacGregor

Autores

Irasema Alcántara Ayala
Instituto de Geografía, UNAM

José María Casado Izquierdo
Instituto de Geografía, UNAM

Atlántida Coll-Hurtado
Instituto de Geografía, UNAM

Iris Cossío Pérez
Centro de Investigación en Gestión
de Riesgosy Cambio Climático,
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

Javier Delgado Campos
Instituto de Geografía, UNAM

Ricardo Javier Garnica Peña
Instituto de Geografía, UNAM

Gustavo Gerardo Garza Merodio
Instituto de Geografía, UNAM

Jorge González Sánchez
Instituto de Geografía, UNAM

María Teresa Gutiérrez Vázquez de MacGregor
Instituto de Geografía, UNAM

María de los Ángeles Hernández Moreno
Centro de Investigación en Gestión
de Riesgos y Cambio Climático,
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

Silvia Hernández Ramos
Centro de Investigación en Gestión
de Riesgos y Cambio Climático,
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

Karina Landeros Mugica
Facultad de Psicología, UNAM

Alejandra Maldonado Martínez
Consultora Independiente de Políticas
Públicas de Reducción de Riesgos de Desastre

Arturo Méndez Hernández
Director del Sistema Municipal
de Protección Civil de Teziutlán

Ana Rosa Moreno Sánchez
Facultad de Medicina, UNAM

Franny Giselle Murillo García
Posgrado de Geografía, UNAM

Noemi Sharon Ruiz Cortés
Facultad de Filosofía y Letras, UNAM

Yordan Emanuel Ruiz Meneses
Posgrado de Geografía, UNAM

Naxhelli Ruiz Rivera
Instituto de Geografía, UNAM

Miguel Octavio Salazar Oropeza
Coordinador del Subcentro C5 Teziutlán

María Teresa Sánchez Salazar
Instituto de Geografía, UNAM

Manuel Suárez Lastra
Instituto de Geografía, UNAM

Francisco Javier Urbina Soria
Facultad Psicología, UNAM

Agradecimientos

La presente publicación fue desarrollada en el marco del Proyecto CONACYT 156242 "MISTLI: Monitoreo, Instrumentación y Sistematización Temprana de Laderas Inestables".

Los editores y autores de esta obra deseamos hacer constar nuestro profundo agradecimiento a las siguientes instituciones y personas, sin cuyo apoyo, su conclusión no hubiese sido posible:

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Universidad Nacional Autónoma de México

Instituto de Geografía de la UNAM,
expresamente a todos los integrantes de su Sección Editorial

Centro Nacional de Prevención de Desastres

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

Sistema Municipal de Protección Civil de Teziutlán

C. Edgar Antonio Vázquez Hernández
Presidente Municipal Constitucional de Teziutlán

L.A. Miguel Octavio Salazar Oropeza
Coordinador del Subcentro C5 Teziutlán

C. Arturo Méndez Martínez
Director del Sistema Municipal de Protección Civil de Teziutlán

L.A.E. José Sánchez Núñez
Secretario General del Ayuntamiento de Teziutlán

C. David Padilla Acosta
Líder de la reubicación en la Colonia Ayotzingo, Teziutlán

C. Alberto Quiroz Rolón
Inspector de la Colonia Juárez, Teziutlán

Dr. Manuel Suárez Lastra
Director del Instituto de Geografía de la UNAM

A todos los habitantes de Teziutlán, y en especial a aquellos que amablemente aceptaron participar en las entrevistas realizadas durante la ejecución del proyecto.

A todos y cada uno de los participantes en el proyecto MISTLI.

A los dictaminadores externos que evaluaron la obra.

Índice

Presentación 6

Introducción 7

I. Puebla: el contexto geográfico (mapas del estado de Puebla, 1:1,000,000) 8
1a. Naturaleza 9
Ricardo J. Garnica Peña, Atlántida Coll-Hurtado, Alejandra Maldonado Martínez, Franny G. Murillo García y Noemi S. Ruiz Cortés
I.1.1 Localización 11
I.1.2 Topografía 12
I.1.3a Regiones fisiográficas de México 13
I.1.3b Regiones fisiográficas 14
I.1.4a Geología de México 15
I.1.4b Geología 16
I.1.5 Relieve volcánico 17
I.1.6 Sismicidad de 1972 a 2015 18
I.1.7 Climas 19
I.1.7a Eventos ciclónicos en la Sierra Norte de Puebla (1866-1966) 20
I.1.7b Eventos ciclónicos en la Sierra Norte de Puebla (1967-2013) 21
I.1.8 Hidrografía 22
I.1.9 Uso del suelo y vegetación 23
1b. Sociedad 24
María Teresa Gutiérrez de MacGregor y Jorge González Sánchez
I.2.1 Distribución de la Población 26
I.2.2 Regiones socio-económicas 27

II. El contexto regional: Sierra Norte de Puebla (mapas 1:500,000) 28
2a. Naturaleza I 29
Ricardo J. Garnica Peña, Atlántida Coll-Hurtado, Alejandra Maldonado Martínez, Franny G. Murillo García e Irasema Alcántara Ayala
II.1.1 Localización 30
II.1.2 Topografía 31
II.1.3 Geología 32
II.1.4 Sistema de topoformas 33
II.1.5 Edafología 34
II.1.6 Hidrografía 35
II.1.7 Coeficiente de escurrimiento 36
II.1.8 Unidades Geohidrológicas 37
II.1.9 Uso del suelo 38
2b. Naturaleza II 39
Ricardo J. Garnica Peña, Atlántida Coll-Hurtado, Alejandra Maldonado Martínez, e Irasema Alcántara Ayala
II.2.1 Climas 41
II.2.2 Estaciones climatológicas activas 42
II.2.3a Temperatura media 43
II.2.3b Temperatura mínima 44
II.2.3c Temperatura máxima 45
II.2.4a Precipitación media anual (1902-2011) 46
II.2.4b Precipitación media mensual de septiembre 47
II.2.4c Precipitación media mensual de octubre 48
II.2.5a Eventos ciclónicos de 1887 a 2013 49
II.2.5b Precipitación acumulada durante septiembre de 1999 50
II.2.5c Precipitación acumulada durante octubre de 1999 51
II.2.5d Precipitación acumulada del 1 al 5 de octubre de 2005 52
II.2.5e Precipitación acumulada del 11 al 20 de septiembre de 2013 53
2c. Sociedad 54
María Teresa Sánchez Salazar, Atlántida Coll-Hurtado, José María Casado Izquierdo, Jorge González Sánchez, Ricardo J. Garnica Peña y Alejandra Maldonado Martínez
II.3.1 Densidad y distribución de la población 61
II.3.2 Población indígena municipal, 2010 62
II.3.3 Migración, 2010 63
II.3.4a Asistencia escolar y niveles de escolaridad, 2010 64
II.3.4b Rezago educativo y escuelas según nivel, 2010 65
II.3.5 Población analfabeta, 2010 66
II.3.6 Población sin acceso a servicios de salud, 2010 67
II.3.7 Mortalidad general e infantil municipal, 2014 68
II.3.8 PEA ocupada por sector de actividad, 2015 69
II.3.9. Superficie sembrada de los principales cultivos, 2013 70
II.3.10. Valor de la producción agrícola por cultivo, 2013 71
II.3.11. Valor agregado censal bruto en los sectores secundario y terciario, 2013 72
II.3.12. PEA ocupada por nivel de salario, 2015 73
II.3.13. Pobreza extrema y moderada municipal, 2010 74
II.3.14. Grado de marginación, 2010 75
II.3.15. Grado de rezago social municipal, 2015 76
II.3.16. Índice de desarrollo humano municipal, 2010 77
II.3.17. Pobreza alimentaria, 2010 78
II.3.18. Infraestructura carretera 79
II.3.19. Infraestructura turística y pueblos mágicos 80

III. El municipio de Teziutlán (mapas a escala 1:62,000) 81
3a. Factores condicionantes de la susceptibilidad a PRM 82
Franny G. Murillo García, Ricardo J. Garnica Peña e Irasema Alcántara Ayala
III.1.1 Localización 84
III.1.2 Topografía 85
III.1.3 Geología 86
III.1.4a Geomorfología 87
III.1.4.b Hipsometría 88
III.1.4.c Pendientes 89
III.1.4.d Densidad general de la disección 90
III.1.4.e Densidad de disección 92
III.1.4.f Energía del relieve 92
III.1.5 Erosión hídrica 93
III.1.6 Hidrografía 94
III.1.7 Uso del suelo y vegetación, 2016 95
III.1.8 Susceptibilidad a procesos de remoción en masa 96
3b. Factores inductores de la vulnerabilidad 97
Jorge González Sánchez, María Teresa Gutiérrez de MacGregor, Atlántida Coll-Hurtado, Ricardo J. Garnica Peña, Alejandra Maldonado Martínez e Irasema Alcántara Ayala
III.2.1 Distribución de la población, 2010 102
III.2.2 Crecimiento de la población 2000-2010 103
III.2.3a Pirámide de edad, 2000 104
III.2.3b Pirámide de edad, 2010 105
III.2.4 Infraestructura educativa, 2010 106
III.2.5 Población analfabeta, 2010 107
III.2.6 Infraestructura médica y acceso a servicios de salud 108

III.2.7 Infraestructura carretera 109
III.2.8 Rezago social por AGEB urbana y localidad rural, 2010 110
III.2.9 Marginación por AGEB urbana y localidad rural, 2010 111
III.2.10 Población económicamente activa, 2010 112
III.2.11 Población con discapacidad, 2010 113
3c. Percepción del riesgo de desastre por inestabilidad de laderas 114
Irasema Alcántara Ayala, Ricardo J. Garnica Peña, Javier Urbina Soria, Ana Rosa Moreno y Karina Landeros Mugica
III.3.1 Tipo de experiencia con procesos de remoción en masa 119
III.3.2 Experiencia con procesos de remoción en masa (pérdidas) 120
III.3.3 Conciencia y conocimiento (causas) 121
III.3.4 Grado de exposición de las viviendas 122
III.3.5 Grado de exposición de la sociedad 123
III.3.6 Concientización (acceso a la información) 124
III.3.7 Concientización (acciones comunitarias) 125
III.3.8 Papel de los actores involucrados (grado de responsabilidad) 126
III.3.9 Papel de los actores involucrados (respuesta en situaciones previas) 127
III.3.10 Comunicación del riesgo (grado de confianza) 128

IV. Espacio urbano de Teziutlán (mapas 1:30,000) 129
4a. Factores condicionantes de la susceptibilidad a PRM 130
Silvia Ramos Hernández, Franny G. Murillo García, Ricardo J. Garnica Peña, Iris Cossío Pérez,María de los Ángeles Hernández Moreno, Yordan E. Ruiz Meneses, Noemi S. Ruiz Cortés e Irasema Alcántara Ayala
IV.1.1 Topografía 140
IV.1.2 Pendientes 141
IV.1.3 Caracterización edáfica general 142
IV.1.4 Geología 143
4b. Factores inductores de la vulnerabilidad 144
Atlántida Coll-Hurtado, Ricardo Garnica Peña, Alejandra Maldonado Martínez e Irasema Alcántara Ayala
IV.2.1 Distribución de la población, 2010 146
IV.2.2 Características de la vivienda, 2010 147
IV.2.3 Valor unitario del suelo, 2013 148
IV.2.4 Servicios económicos, 2016 149
IV.2.5 Servicios sociales, 2016 150
IV.2.6 Población Económicamente Activa, 2010 151
4c. Factores inductores del riesgo de desastre por inestabilidad de laderas 152
Irasema Alcántara Ayala, Manuel Suárez Lastra, Gustavo G. Garza Merodio, Naxhelli Ruiz Rivera, Ricardo J. Garnica Peña, Franny G. Murillo García, M. Octavio Salazar Oropeza, Arturo Méndez Martínez, Javier Delgado Campos
IV.3.1 Conformación de Teziutlán, 1954 156
IV.3.2 Líneas vitales en la zona urbana de Teziutlán 157
IV.3.3 Susceptibilidad a PRM en la zona urbana de Teziutlán 158
IV.3.4 Densidad de la población en zonas potencialmente inestables 159
IV.3.5 Exposición de viviendas a la ocurrencia de PRM 160
IV.3.6 Susceptibilidad a PRM y percepción 161
IV.3.7 Riesgos ante PRM en AGEB urbanas 162

V. Espacios urbanos a escala local en Teziutlán 163
5a. Factores condicionantes de la susceptibilidad a PRM 164
Franny G. Murillo García, Irasema Alcántara Ayala y Ricardo J. Garnica Peña
V.1 Distribución de sectores de análisis de susceptibilidad a PRM a escala local 171
V.1.1a Topografía del sector NE 172
V.1.1bTopografía del sector NO 173
V.1.1c Topografía del sector SE 174
V.1.1d Topografía del sector SO 175
V.1.2a Hipsometría del sector NE 176
V.1.2b Hipsometría del sector NO 177
V.1.2c Hipsometría del sector SE 178
V.1.2d Hipsometría del sector SO 179
V.1.3a Pendientes del sector NE 180
V.1.3b Pendientes del sector NO 181
V.1.3c Pendientes del sector SE 182
V.1.3d Pendientes del sector SO 183
V.1.4a Procesos de remoción en masa en el sector NE 184
V.1.4b Procesos de remoción en masa en el sector NO 185
V.1.4c Procesos de remoción en masa en el sector SE 186
V.1.4d Procesos de remoción en masa en el sector SO 187
V.1.5a Susceptibilidad a procesos de remoción en masa en el sector NE 188
V.1.5b Susceptibilidad a procesos de remoción en masa en el sector NO 189
V.1.5c Susceptibilidad a procesos de remoción en masa en el sector SE 190
V.1.5d Susceptibilidad a procesos de remoción en masa en el sector SO 191
5b. Percepción y comunicación del riesgo de desastre 192
*Irasema Alcántara Ayala, Ricardo J. Garnica Peña, Javier Urbina Soria, Ana Rosa Moreno y Karina Landeros Mugic*a
V.2.1a Tipo de experiencia con PRM (centro de Teziutlán, Aire Libre y La Aurora) 196
V.2.1b Tipo de experiencia con PRM (San Andrés, Ayotzingo, Juárez-Ávila Camacho y Xoloco) 197
V.2.2a Sensibilización y conocimiento (centro de Teziutlán, Aire Libre y La Aurora) 198
V.2.2b Sensibilización y conocimiento (San Andrés, Ayotzingo, Juárez-Ávila Camacho y Xoloco) 199
V.2.3a Exposición individual a PRM (centro de Teziutlán, Aire Libre y La Aurora) 200
V.2.3b Exposición individual a PRM (San Andrés, Ayotzingo, Juárez-Ávila Camacho y Xoloco) 201
V.2.4a Exposición familiar a PRM (centro de Teziutlán, Aire Libre y La Aurora) 202
V.2.4b Exposición familiar a PRM (San Andrés, Ayotzingo, Juárez-Ávila Camacho y Xoloco) 203
V.2.5a Exposición de la colonia a PRM (centro de Teziutlán, Aire Libre y La Aurora) 204
V.2.5b Exposición de la colonia a PRM (San Andrés, Ayotzingo, Juárez-Ávila Camacho y Xoloco) 205
V.2.6a Concientización (acciones comunitarias/centro de Teziutlán, Aire Libre y La Aurora) 206
V.2.6b Concientización (acciones comunitarias/San Andrés, Ayotzingo, Juárez-Ávila Camacho y Xoloco) 207

Conclusiones: la construcción social del riesgo de desastres 208
Irasema Alcántara Ayala y Atlántida Coll-Hurtado

Lineamientos generales de aplicación de política pública para la Reducción de Riesgo de Desastre por Procesos de Remoción en Masa 211
Irasema Alcántara Ayala y Alejandra Maldonado Martínez

Glosario 217

Presentación

La dimensión del territorio posee una complejidad dada por la interacción de las comunidades con el ambiente. En ella, elementos de la historia, la cultura, las tradiciones, y especialmente aquellos vinculados con el desarrollo y progreso de las sociedades marcan una huella que refleja la visión y política transitadas a través de su uso. Con mucha frecuencia, la ausencia de un manejo integral del territorio induce la generación de factores inductores del riesgo de desastre. Estos últimos están directamente vinculados con la vulnerabilidad y con la exposición, y se combinan con la presencia de amenazas de tipo natural o antrópico para crear escenarios latentes de riesgo.

Dada la naturaleza montañosa del territorio mexicano y de las altas condiciones de marginación, pobreza y desigualdad de un sector importante de la población, el riesgo de desastre por inestabilidad de laderas se torna un problema que debe atenderse de forma inmediata. Por ello, entidades tales como Guerrero, Oaxaca, Veracruz, Chiapas, Baja California, Michoacán, el Estado de México, y Puebla, entre otras, donde la ocurrencia de desastres por procesos de remoción en masa –coloquialmente conocidos como deslizamientos o deslaves- en años recientes han generado lamentables pérdidas humanas, económicas y ambientales, requieren del análisis de los ingredientes del desastre. En dicho tenor, *Inestabilidad de laderas en Teziutlán, Puebla. Factores inductores del riesgo*, brinda la posibilidad de entender las interacciones de los diferentes elementos del ambiente y la sociedad que determinan el riesgo.

La obra está integrada por cinco apartados precedidos por una introducción. El contexto geográfico del estado de Puebla se aborda en la primer sección, a través de un recorrido por una serie de mapas escala 1:1,000,000 que incluyen aspectos de la naturaleza y la sociedad. A un nivel regional, el segundo apartado está conformado por cartografía de la Sierra Norte de Puebla (escala 1:500, 000), para posteriormente en la tercera sección realizar un análisis a escala municipal (1:62,000). Es precisamente en esta sección donde se empiezan a abordar los factores que determinan la susceptibilidad a deslizamientos en el municipio, así como las condiciones de vulnerabilidad, entre ellos, la percepción del riesgo de la población.

El espacio urbano es un espejo de la conformación de un territorio, cuya complejidad se vincula al desarrollo de su estructura social y económica en tiempo y espacio. En el cuarto apartado de esta obra, que inicia precisamente con un mapa de la conformación del municipio en 1954, se presenta un análisis del espacio urbano en Teziutlán (escala 1:30,000) como insumo para abonar en el entendimiento de la compleja dinámica de los desastres, la cual se detalla a escala local, considerando información a nivel colonia, en la quinta sección.

Una visión sintética acerca de la construcción social del riesgo de desastres se incluye en las conclusiones, mismas que son complementadas por la propuesta de una serie de lineamientos de aplicación de política pública para la Reducción del Riesgo de Desastres por procesos de remoción en masa.

El mensaje es claro. Los desastres no son causados por fenómenos naturales o eventos extremos. Los desastres son socialmente construidos a consecuencia del mal manejo del territorio. Por ello la urgencia de transitar hacia la Gestión Integral de Riesgo de Desastres (GIRD), de la mano del ordenamiento del territorio, queda plasmada en esta obra. Deseamos que sus contenidos, argumentos y reflexiones puedan contribuir a la transformación de las sociedades actuales en riesgo, en espacios sociales resilientes.

Dr. Manuel Suárez Lastra
Director del Instituto de Geografía

Dr. Germán Enrique Fajardo Dolci
Director de la Facultad de Medicina

Dr. Germán Palafox Palafox
Director de la Facultad de Psicología

Ciudad Universitaria, CDMX, mayo de 2017

Introducción

A diecisiete años de producidos los deslizamientos que dejaron una huella muy profunda en los pobladores del municipio de Teziutlán, Puebla, nace la iniciativa de realizar un análisis sobre los avances de las acciones emprendidas por el gobierno local en el campo de la gestión de riesgos de desastres para lo cual es necesario disponer de las características cualitativas y cuantitativas de la zona afectada, así como los factores que determinan el riesgo, de ahí la importancia de la obra que el lector tiene en sus manos. Este documento denominado *Inestabilidad de laderas en Teziutlán, Puebla. Factores inductores del riesgo* presenta elementos de análisis a diferentes escalas territoriales que van desde el ámbito estatal y el regional -la Sierra Norte de Puebla- hasta adentrarse en las zonas urbanas del municipio de Teziutlán. Este análisis y los datos con los que se cuenta permiten llegar a un diagnóstico preciso del problema, lo cual deseamos sea de ayuda para planear y mejorar las acciones en materia de prevención de desastres en las etapas de construcción de políticas públicas enfocadas a la reducción del riesgo de desastre.

El municipio de Teziutlán está ubicado al norte de la entidad poblana, en la zona oriental de la Sierra Norte de Puebla (SNP) y su importancia en el análisis de los riesgos de desastres por inestabilidad de laderas deriva en las características físicas, geográficas y socioeconómicas que lo determinan como un territorio altamente expuesto a desastres de diversas magnitudes.

Teziutlán ha presentado a lo largo del tiempo diferentes amenazas tanto naturales de tipo hidrometeorológico y geomorfológico, como socio-naturales. Según el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), del año 2000 al 2015 se registraron tres declaratorias de contingencia climatológica por lluvias y sequía; cuatro declaratorias de desastre por lluvias, ciclones tropicales y heladas; y cuatro declaratorias de emergencia por ciclones tropicales y lluvias. Asimismo, durante el periodo 1990-2013 ocurrieron diez episodios de deslizamientos desencadenados por fuertes lluvias, huracanes y ciclones tropicales, y se registraron daños derivados de inundaciones.

En la Sierra Norte de Puebla los fenómenos hidrometeorológicos son los principales factores desencadenantes de los desastres; destacan principalmente las lluvias (205 eventos entre 2000 y 2015, de los cuales 83 fueron declaratorias de desastre, 39 declaratorias de emergencias, y 83 declaratorias de contingencia climatológica); en segundo lugar están los eventos relativos a los ciclones tropicales (194 eventos entre 2000 y 2015, de los cuales 107 fueron declarados como emergencia y 87 se emitieron como declaratoria de desastre); posteriormente se presentan las sequías (con 72 eventos en los años 2009, 2007, 2005, 2002, 2001 y 2011, de los cuales 59 fueron declaratoria de contingencia climatológica y 13 eventos con declaratoria de emergencia); las nevadas, heladas y granizadas ocupan el cuarto lugar (51 eventos entre los años 2003 y 2015, de los cuales 42 fueron declaratorias de contingencia climatológica, 5 declaratorias de desastre y cuatro declaratorias de emergencia); finalmente, las bajas temperaturas (35 eventos con 35 declaratorias de emergencia, todas relativas a los años 2005 y 2006)

El análisis de la inestabilidad de laderas focalizado en la evaluación del riesgo, como parte de la gestión de riesgos de desastres, forma parte importante del diagnóstico arriba mencionado. La primera parte del documento corresponde al *contexto geográfico del Estado de Puebla*, el cual se presenta a través de mapas construidos a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), a escala 1:1,000,000, en dos grandes bloques: uno relativo a las características físicas de la entidad y el otro que corresponde a temas sociales. El segundo apartado se focaliza en la *Sierra Norte de Puebla como contexto regional*, basado en una serie de mapas construidos a escala 1:500,000. Esta sección se compone de tres bloques; los dos primeros relativos a la naturaleza geográfica del territorio y el tercero al aspecto social y económico de la región.

La tercera parte de la obra se centra específicamente en el *municipio de Teziutlán* con una serie de mapas construidos a escala 1:62,000 y se compone de cuatro bloques: factores condicionantes de la susceptibilidad a procesos de remoción de masa (PRM), el segundo corresponde a un análisis espacial de susceptibilidad a deslizamientos, mientras que en el tercero se hace referencia a los factores inductores de la vulnerabilidad, y en el cuarto se abordan algunos aspectos de la percepción del riesgo de la población derivada de la aplicación de una serie de encuestas en el centro de Teziutlán y en las colonias La Aurora, Aire Libre, San Andrés, Juárez-Ávila Camacho, Xoloco y Lomas de Ayotzingo. Con un nuevo cambio de escala con mapas 1:30,000 del *Espacio urbano de Teziutlán* se presentan tres bloques relativos a los factores condicionantes de la susceptibilidad a PRM, a los factores inductores de la vulnerabilidad, y a los factores inductores del riesgo de desastre por inestabilidad de laderas.

La quinta sección de la obra se centra en el área urbana de Teziutlán, que al igual que las secciones anteriores se divide en dos bloques. El primer bloque se basa en los factores condicionantes de la susceptibilidad a PRM, los cuales están representados en mapas a escala 1:10,000, mientras que el segundo bloque se centra en la percepción y comunicación del riesgo de desastre. Para este último se retomaron imágenes base a escala 1:2,000 las cuales son producto de los vuelos con dron y del Lidar del INEGI.

La noción acerca de la construcción del riesgo de desastre se presenta en las conclusiones. Finalmente, se incluye un apartado en torno de la propuesta de algunos lineamientos de aplicación de política pública para la reducción del riesgo de desastres por procesos de remoción de masa, en donde se resalta la importancia de los sistemas de alertas tempranas y el significado de su apropiación por parte de la población.

Asimismo, se consideró conveniente añadir un glosario para la adecuada definición de los términos poco usuales en el lenguaje común y que pueden contribuir a una mejor comprensión de la obra en su conjunto.

Esta obra se basa en la información proporcionada por diversas fuentes, en particular por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI, el Centro de Prevención de Desastres, CENAPRED, el Sistema Nacional de Protección Civil, SINAPROC, entre otras fuentes. Los datos así obtenidos fueron comprobados in situ mediante estancias de trabajo de campo y recorridos por las áreas afectadas a lo largo de más de 5 años, y entrevistas tanto a personas afectadas por los desastres como con las autoridades locales.

Se utilizaron imágenes digitales como base de los mapas, y se trabajó con material proporcionado por vuelos de drones y por los datos LIDAR de INEGI. La cartografía se realizó mediante la aplicación de programas de cartografía digital como ArcGis.

FUENTES

SINAPROC (2016), Instrumento financiero FONDEN [http://www.proteccioncivil.gob.mx/es/ProteccionCivil/INSTRUMENTO_FINANCIERO_FONDEN].

Programa DELNET (2015), Marco teórico y glosario, Curso de Reducción del Riesgo de Desastres y Desarrollo Local Sostenible, Centro Internacional de Formación de la OIT.

I.
Puebla: el contexto geográfico (mapas 1:1,000,000)

I.1a Naturaleza

Ricardo J. Garnica Peña, Atlántida Coll-Hurtado, Alejandra Maldonado Martínez, Franny G. Murillo García y Noemi S. Ruiz Cortés

El Estado de Puebla es una entidad federativa de la República Mexicana localizada al centro oriente del territorio nacional con una extensión territorial de 34,306 km² que representa el 1.75% de la superficie nacional. Limita al este y noreste con el Estado de Veracruz, al sur con los Estados de Guerrero y Oaxaca y al oeste con las entidades de Hidalgo, Tlaxcala, Estado de México y Morelos como se puede apreciar en el mapa I.1.1.

Es una entidad federativa conformada por 217 municipios y 6,893 localidades (INEGI, 2010), en donde se han conformado tres zonas metropolitanas, siendo una de ellas la capital poblana, la cuarta aglomeración urbana en territorio nacional. En el mapa I.1.1 también pueden apreciarse las zonas urbanas cuya población varía entre 10,000 a 49,999 habitantes y 50,000 a 248,716 habitantes y sus respectivas redes carreteras.

El Estado de Puebla posee varios sistemas montañosos y un relieve de contrastes, con perfiles topográficos fuertemente accidentados en buena parte del territorio con una disposición geográfica que favorece la presencia de valles y cañadas de grandes potencialidades productivas y donde se han erigido los principales asentamientos humanos de la entidad.

A nivel estatal las altitudes presentan variaciones significativas de más de 5,000 metros sobre el nivel del mar, pues se encuentran las menores a los 500 metros en la zona de la vertiente del Golfo de México, específicamente en la Cuenca del río Pantepec, y las máximas en la elevación del Citlaltétpetl, conocido también como Pico de Orizaba, que alcanza los 5,636 msnm (SGM, 2017) mapa I.1.2.

El territorio nacional cuenta con un importante número de regiones fisiográficas que permiten tener una gran diversidad de sistemas medioambientales de cuya riqueza es beneficiario el ser humano. En el mapa I.1.3a pueden observarse las 15 Regiones Fisiográficas de México, dentro de las cuales el Estado de Puebla se ubica sobre cuatro de éstas: el Eje Volcánico, la Llanura Costera del Golfo Norte, la Sierra Madre del Sur y la Sierra Madre Oriental (mapa I.1.3b), aunque de manera preponderante el territorio estatal se localiza en la parte oriental de la Provincia del Eje o Cordillera Neovolcánica, lo que permite tener una diversidad de condiciones de suelo que hacen de esta entidad un espacio geográfico estratégico.

Mención especial merece la provincia del Eje Volcánico, que como se observa en los mapas I.1.3b y I.1.5, atraviesa la entidad poblana de este a oeste y ocupa la mayor porción del territorio, caracterizada por una faja volcánica que alberga a las tres mayores elevaciones de la República Mexicana: Citlaltépetl, cuyo territorio es compartido con el Estado de Veracruz; también el volcán Popocatépetl con una altura de 5,452 msnm (SGM, 2017), cuyo territorio comparte con los Estados de México y Morelos, y el volcán Iztaccíhuatl que se eleva hasta los 5,286 msnm (SGM, 2017), ubicado entre Puebla y México (mapa I.1.5).

También en el interior de esta provincia fisiográfica se ubican tres cuerpos de agua y se reúne la mayor cantidad de la población que habita la entidad, pues se localizan dos de los tres asentamientos humanos de mayor tamaño como son la zona metropolitana de la capital de Puebla y la correspondiente a Teziutlán (mapa I.1.3b).

La provincia fisiográfica Llanura Costera del Golfo Norte es la que cuenta con menor presencia dentro de la entidad poblana, ubicada al norte del Estado de Puebla, en pequeñas porciones colindantes con el Estado de Veracruz.

La provincia de la Sierra Madre Oriental es la segunda en importancia en cuanto a superficie y se encuentra ubicada totalmente en la parte norte de la entidad, albergando a localidades como Villa de Lázaro Cárdenas y Xicotepec de Juárez entre otras de menor tamaño.

Por último se encuentra la Sierra Madre del Sur cuya ubicación al sur del Eje Neovolcánico, hace que comparta territorio con los estados de Guerrero, Oaxaca y parte de Veracruz albergando a la zona metropolitana de Tehuacán, asentada en el valle que corre de noroeste a sureste hasta el límite de la entidad.

Como ya se ha mencionado, en el aspecto geológico (mapa I.1.4a) el Estado de Puebla cuenta con una fuerte presencia de volcanes y rocas volcánicas como son los más elevados a nivel nacional como se puede observar en el mapa I.1.5; sin embargo, también se encuentran otros como El Matlalcueye o Malinche con una altitud de 4,461 metros (SGM), ubicado entre las entidades de Puebla y Tlaxcala y otros cerros o elevaciones de menor tamaño como los siguientes: Serdán-Oriental, Las Cumbres, La Gloria, Cofre de Perote, Cerro Grande, Los Humeros, El Rosario, Zizintépetl, Hilillo, Tlachaloya, Pizarro, Majada El Muerto, Chignautla, San Lorenzo y Tecorral. La mínima elevación se encuentra en el municipio de San José Acateno con una altitud de 200 metros.

Según la *Síntesis geográfica del Estado de Puebla* (INEGI, 2000), las rocas más antiguas ubicadas al norte del Estado de Puebla corresponden a las metamórficas del Paleozoico, mientras que las que se localizan en una mayor proporción son las correspondientes al periodo Mesozoico clasificadas como sedimentarias marinas.

En la parte central del Estado de Puebla donde se ubican la mayor parte de los volcanes, están asentados en una diversidad de tipos de materiales rocosos tales como el basalto-andesita, dacita, riodacita, riolita, granito, entre otros (mapa I.1.5 Relieve volcánico de Puebla). Se trata de rocas volcánicas producto de constantes erupciones que han conformado un grueso paquete de derrames lávicos, tobas, brechas volcánicas y cenizas.

En la zona sur del Estado hay diversos terrenos polimetamórficos antiguos, como se muestra en el mapa I.1.4b, con edades del Paleozoico y Precámbrico, además del Cuaternario. En torno al primero, se observa que están representados principalmente por una composición de Esquisto [P(E)] y, en menor medida, de Lutita-Arenisca [P(lut-ar)] y Gneis [PE(gn)]; sobre el Cuaternario se puede ver en la zona sur presencia sobresaliente de Arenisca Conglomerado [Tpl(ar-cgl)] y de roca Ígnea Extrusiva Ácida [Tpl(igea)]. En lo que corresponde a la zona centro y hacia el norte y noreste, se puede apreciar gran presencia de depósitos de tipo Aluvial [Q(al)] y rocas Ígneas Extrusivas Básicas del Terciario [Q(igeb)] y, en el extremo norte del Estado, se observan Lutitas [Tpal(lut)], las cuales corresponden al periodo Cuaternario.

El Cretácico se observa en varios puntos del territorio poblano. La unidad de mayor representación de este periodo es la Caliza del Cretácico Inferior [Ki(cza)], y en menor medida la Caliza del Cretácico Superior [Ks(cza)] y la Lutita Caliza [Ks(lut-cza)]. Finalmente, los periodos Jurásico y Triásico tienen presencia mínima en el norte en primer lugar con un tipo de Arenisca-Conglomerado [J(ar-cgl)], siguiendo la Lutita-Caliza [Js(lut-cza)], y Lutita-Arenisca [J(lut-ar)], esta última también se observa en el suroriente del territorio poblano.

Por otro lado, los registros existentes en materia de sismicidad para los últimos 40 años, arrojan que la mayor parte de la actividad sísmica se ubica en la zona sur del Estado de Puebla, en los territorios colindantes con los Estados de Oaxaca y Guerrero que sin duda son entidades que presentan registros más abundantes y de mayor magnitud. Como se observa en el mapa I.1.6, los registros con una magnitud de mayor rango, es decir los de 5 a 5.9 grados Richter o de 6 o más grados Richter se localizan solo en la parte centro sur de la entidad.

Los sismos con magnitudes de rangos que oscilan entre los 4.0 a 4.9 grados Richter son los eventos que se presentan de manera más abundante en el sur de la entidad, aunque también se tienen registros aislados en la parte central de la misma, mientras que los registros de sismos con magnitudes de 3.0 a 3.9 grados Richter se agrupan con una mayor presencia en el lindero del centro-oriente del Estado, en línea con la zona metropolitana de la capital.

El Estado de Puebla cuenta con una gran variedad de climas a lo largo de todo su territorio, producto de factores como el relieve, la latitud y altitud y el tipo de suelo y vegetación, que en conjunto provocan características particulares de temperatura, precipitaciones, vientos, humedad, etcétera, a cada porción del territorio estatal (mapa I.1.7).

Los climas templados son los que ocupan la mayor superficie, seguidos por los cálidos y los semicálidos, después los semisecos, los

secos, los semifríos y por último los fríos. De acuerdo con el mapa I.1.7 basado en datos que presenta el INEGI, se contabilizan 19 tipos de climas.

En la Sierra Norte puede apreciarse una significativa porción de territorio con presencia de clima semicálido húmedo, cálido templado y cálido húmedo, en donde se encuentran ciudades como Huauchinango y Teziutlán. Seguido por el templado subhúmedo, como es con el que cuenta la localidad de Chignahuapan y, en menor medida, el templado húmedo.

Asimismo, en la región conocida como Valle de Serdán en la zona oriente, se identifica un clima variado que incluye el cálido semiseco y semicálido semiseco, combinado con templado subhúmedo y templado húmedo. En la mayor parte de la zona metropolitana de la Ciudad de Puebla se registra un clima templado subhúmedo en sus dos subtipos.

El clima con mayor superficie de participación en la zona sur de la entidad corresponde al cálido subhumedo, mientras que en la zona suroriente predominan los climas templado subhúmedo, templado semiseco, semicalido húmedo y templado húmedo así como un bloque de clima cálido seco y semicálido seco con presencia en el valle localizado al sur de la ciudad de Tehuacán.

Asimismo, se distinguen unas pequeñas porciones de terreno a la altura de los volcanes Popocatépet e Iztaccíhuatl que presentan el clima frío, así como otra zona de las mismas características en la zona oriente. Finalmente en la zona central de la entidad, colindando con el Estado de México y Tlaxcala, se pueden observar zonas que presentan dos variaciones del clima templado subhúmedo.

Entre 1866 y 1966 se registraron 18 fenómenos (NOAA):

1. El 17 de agosto de 1866 un huracán de categoría 1 en escala Saffir-Simpson tocó las costas de la zona norte de Veracruz, cruzando esa entidad para llegar a la Sierra Norte de Puebla; posteriormente, bajó su intensidad en los límites de Veracruz e Hidalgo para degradarse en tormenta tropical (TT) el 18 de agosto en el Estado de Queretaro con vientos de 40.0 km/hora y una presión de -1.0 mbar. Ese fenómeno tuvo una duración de seis días.
2. En 1887 ocurrió otro fenómeno que tocó el Estado de Veracruz el 8 de octubre como TS, con vientos de 50.0 km/hora pasando por Puebla Nororiental con las mismas características y degradándose en los límites de la Sierra Norte de Puebla y Veracruz como depresión tropical (DT).
3. Del 10 al 19 de agosto se presentó otro ciclón el cual tocó el centro de tierras veracruzanas, a la altura de El Farallón, el 18 de agosto como TT, con vientos de 50.0 km/hora; ese mismo día llegó a zona nororiental de Puebla, cerca de Teziutlán, manteniéndose como TT y vientos de 35.0 km/hora; finalmente degradándose el 19 de agosto en la Sierra Norte, relativamente cerca de Chignahuapan.

Por otro lado, en el periodo 1968-2013 se detectaron 6 fenómenos en la Sierra Norte de Puebla de un total de 21 eventos como se muestra en el mapa I.1.7b, entre los cuales se destacan los siguientes:

En 1988 el huracán Debby tocó tierra al norte de Veracruz, aproximadamente a la altura de Cazones el 2 de septiembre, teniendo una fuerza de categoría 1 con una presión de 992.0 mbar y vientos de 65.0 km/hora; este huracán tuvo una duración total de nueve días (del 31 de agosto al 8 de septiembre). Entre el 2 y 3 de septiembre atravesó Veracruz y la Sierra Norte de Puebla y el 3 de septiembre se degradó en tormenta tropical en el Estado de Hidalgo; continuó su trayectoria por el norte del Estado de México, cerca de Atlacomulco se convirtió en depresión tropical y salió del territorio por el sur del Estado de Jalisco en el Océano Pacífico.

En agosto de 2007 se presentó el huracán Dean el cual tuvo una duración del 13 al 23 de agosto. Dean se formó como una depresión tropical en el Océano Atlantico y el 16 de agosto eoncontró condiciones atmosféricas para convertise en un hurácán de categoría 1; un día después, en su trayectoria por el mar Caribe tomó fuerza de un categoría 2 con vientos de 90 kilometros por hora, en ese mismo día tomó fuerzas de 110 km/hora equivalente a un huracán de categoría 3 y el 18 de agosto se convirtió en un huracán de categoría 5 con vientos de 145 km/hora y una presión de 929.0 mbar. El 21 de agosto tocó Chetumal con vientos de 150.0 km/hora y presión de 905.0 mbar, atravesando Campeche para desembocar en el Golfo de México como categoría 1. El 22 de agosto nuevamente tomó fuerza de un huracán categoría 2 tocando territorio veracruzano, a la altura de Gutiérrez Zamora, al norte del Estado y, a la altura de Papantla, bajó su escala a huracán categoría 1 y en esa intensidad continuó su trayectoria cruzando por la Sierra Norte de Puebla. Finalmente, se degradó en depresión tropical con vientos de 30.0 km/hora en el centro de Hidalgo.

El Estado de Puebla está contemplado dentro de 4 de las 37 regiones hidrológicas del país: la Cuenca del Río Atoyac (RH18), la Cuenca del Río Moctezuma (RH26), la Cuenca del Río Tecolutla (RH27) y la Cuenca del Río Papaloapan (RH28), como se puede observar en el mapa I.1.8.

La Sierra Norte de Puebla, se encuentra inmersa en la Cuenca del Río Tecolutla (RH27), misma que se subdivide en numerosas subcuencas que desembocan en el Golfo de México, entre ellas las cuencas del Río Nautla, del Río Tecolutla, del Río Cazones y del Río Tuxpan, esta última la que presenta los mayores registros de precipitaciones pluviales anuales con rangos entre 1,500 a 3,000 milímetros o superiores, por lo que es en esta zona donde se han registrado también las afectaciones hidrológicas de mayor impacto.

La Región Hidrológica RH-18 es una de las más importantes del país y en el Estado de Puebla ocupa las zonas central y suroccidental del mismo. Cuatro de las 10 subcuencas que la conforman se encuentran parcialmente incluidas en territorio poblano: el Río Atoyac que es el más sobresaliente de la zona; el Río Tlapaneco y el Río Grande de Amacuzac. Esta porción se caracteriza por lo accidentado de su topografía y el grado de pendiente de los cauces de sus corrientes, que, sin control, pueden causar pérdidas en la agricultura (INEGI, 2014).

La Región Hidrológica (RH-28) Papaloapan se ubica en la zona sureste y parte del oriente del territorio estatal, ocupando las zonas de Quimixtlán - Chichiquila, la cañada poblana-oaxaqueña y la sierra Mazateca. Está integrada por las subcuencas del Río Papaloapan y del Río Jamapa. Es importante resaltar la presencia de manantiales de aguas termales con propiedades medicinales y de aguas minerales en el Estado de Puebla como los de Chignahuapan, Agua Azúl, Amalucan, Cisnaquillas y Rancho Colorado en el caso de los primeros mencionados, así como los de Garcicrespo, Almoloya, San Lorenzo y Axocopan para el caso de los minerales, así como la presencia de lagunas y presas hidroeléctricas importantes.

En lo que corresponde al uso de suelo y vetegación, se puede observar en el mapa I.1.9 que en la zona sur y en menor medida en la zona suroriente hay presencia de Selva Alta Perennifolia (SAP) y Selva Baja Caducifolia (SBC), lo anterior combinado con un uso de suelo correspondiente a la agricultura de temporal (T) la cual se presenta en la mayor parte del territorio poblano.

La Sierra Norte y Nororiental son regiones con presencia de Pino (BP), Pino-Encino (BPQ) y Táscate (BJ); asimismo, en la zona norte extrema y parte de la nororiental se identifica actividad de pastizal cultivado (VC). Asimismo, en la zona centro, donde se ubican varias zonas urbanas entre ellas la ciudad capital del Estado, se identifica presencia de pino (BP) y de manera representativa un territorio sin vegetación y suelo urbano (AH).

FUENTES

INEGI (2000), *Síntesis Geográfica del Estado de Puebla* [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825222949/702825222949_1.pdf].

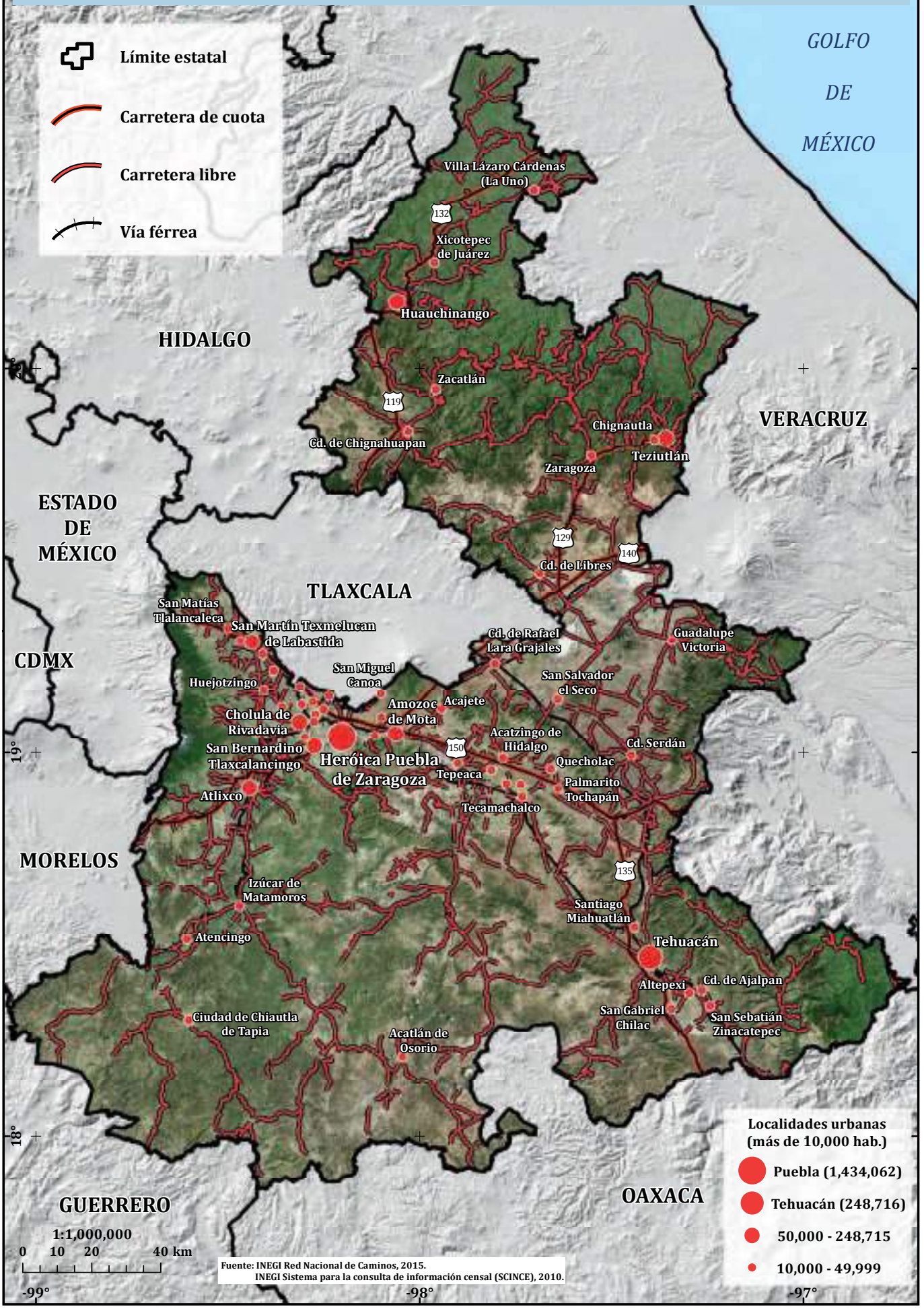
INEGI (2010), *Censo de Población y Vivienda 2010* [http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/censos/cpv2010/PT.asp?s=est&c=27770&proy=cpv10_pt].

INEGI (2014), *Anuario Estadístico del estado de Puebla* [http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/PUE_ANUARIO_PDF.pdf].

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) [https://coast.noaa.gov/hurricanes/].

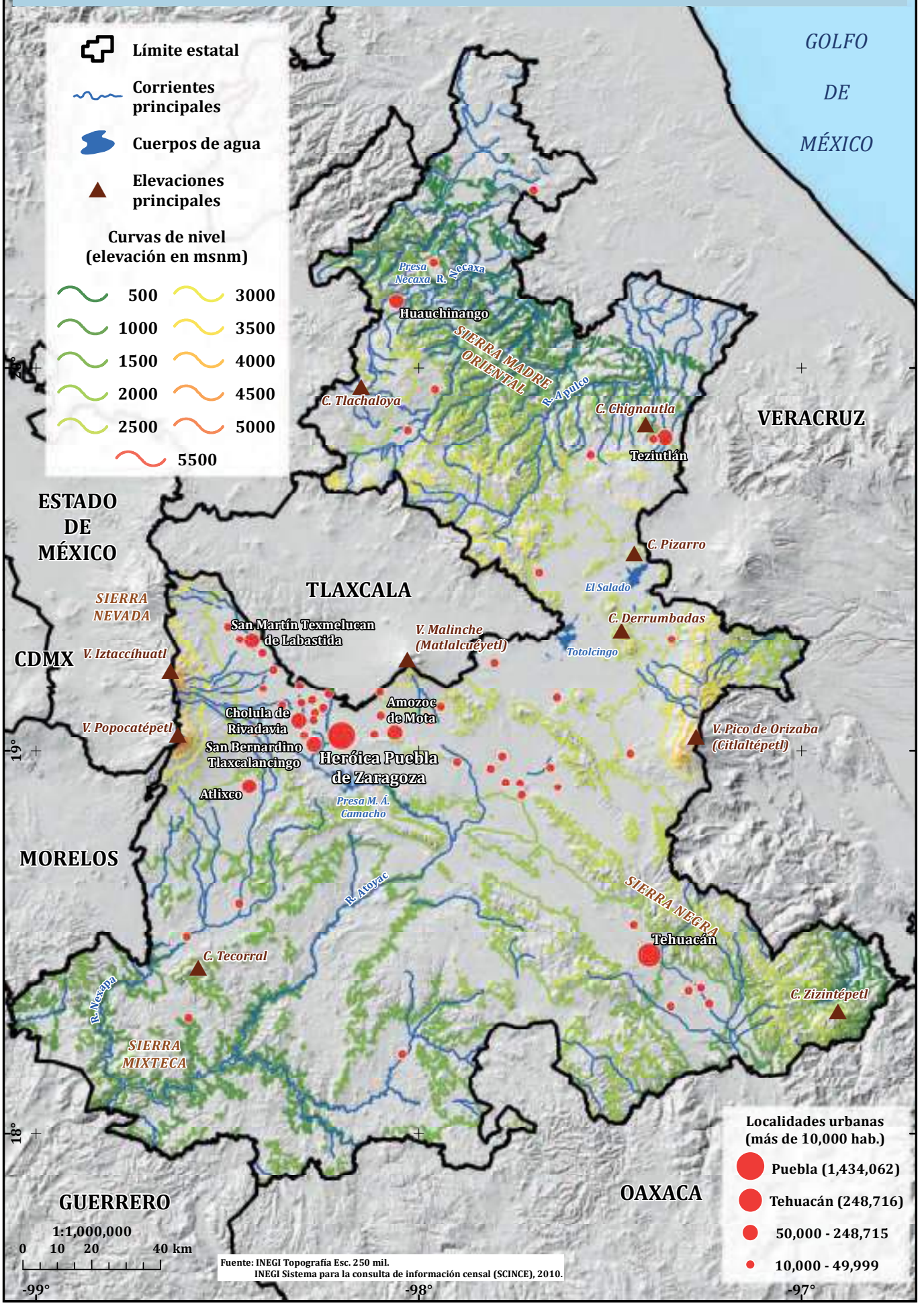
SGM (2017). Volcanes de México. [http://portalweb.sgm.gob.mx/museo/riesgos/vulcanismo/volcanes-de-mexico].

I.1.1 LOCALIZACIÓN



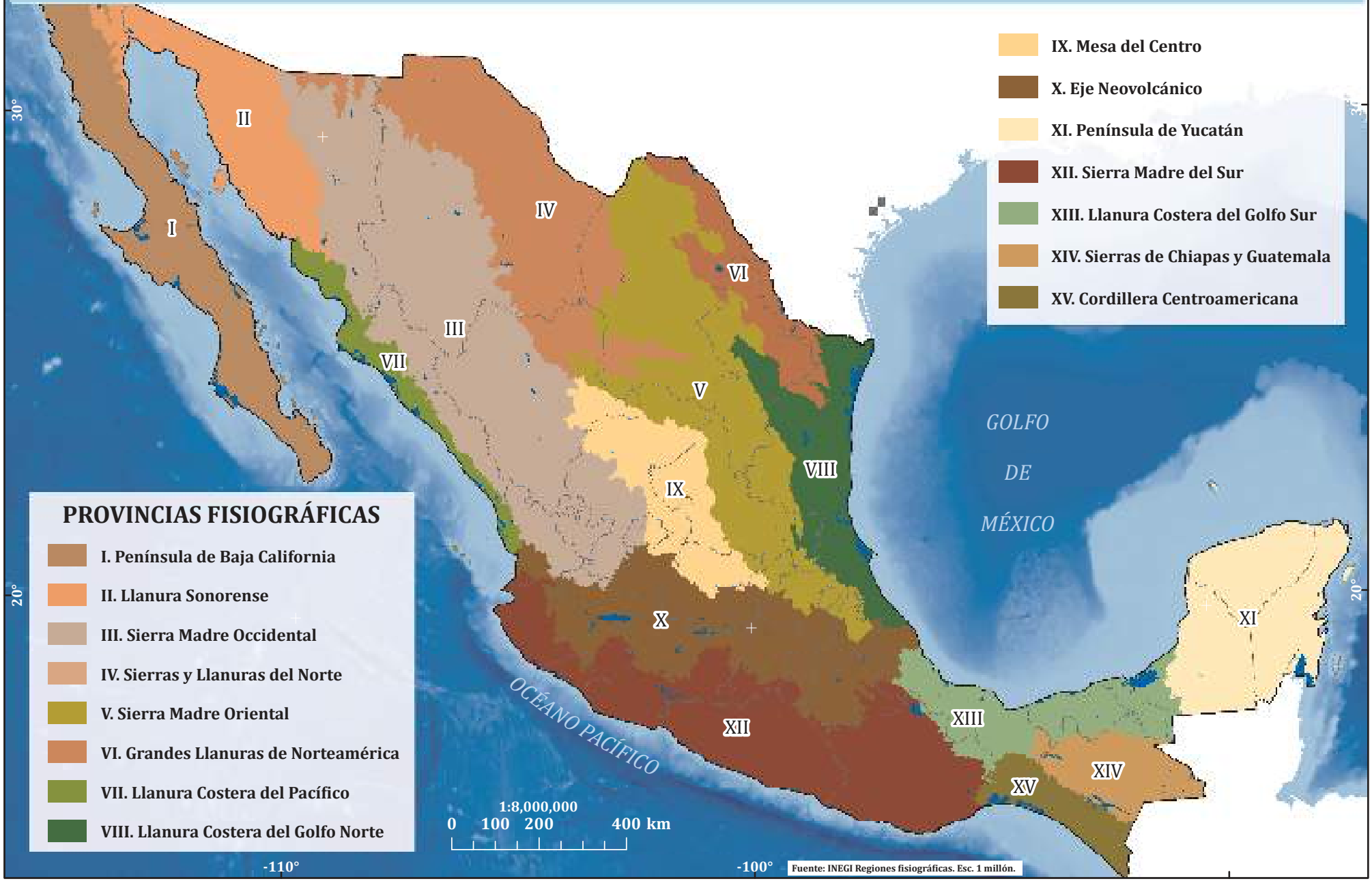
Fuente: INEGI Red Nacional de Caminos, 2015.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

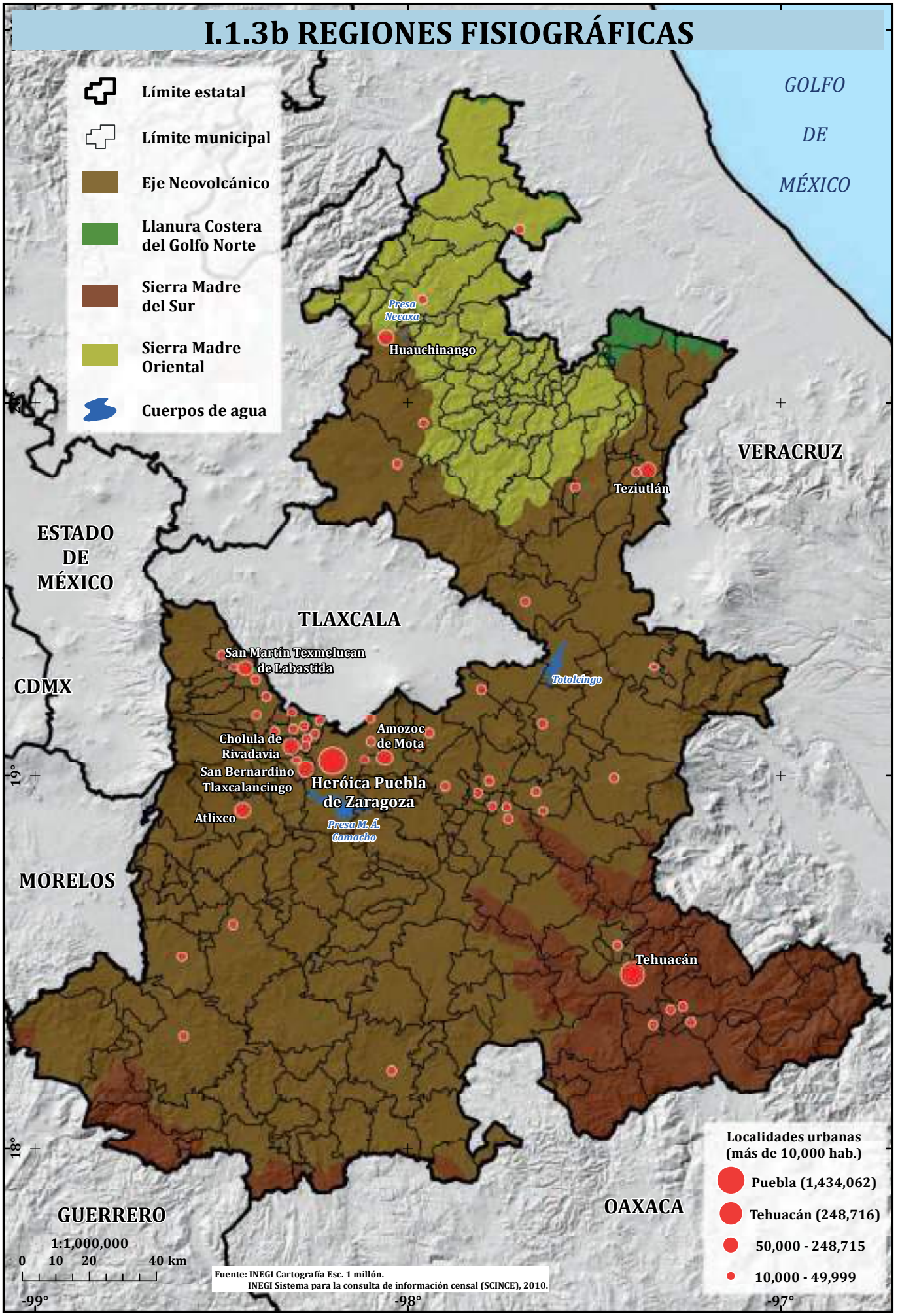
I.1.2 TOPOGRAFÍA



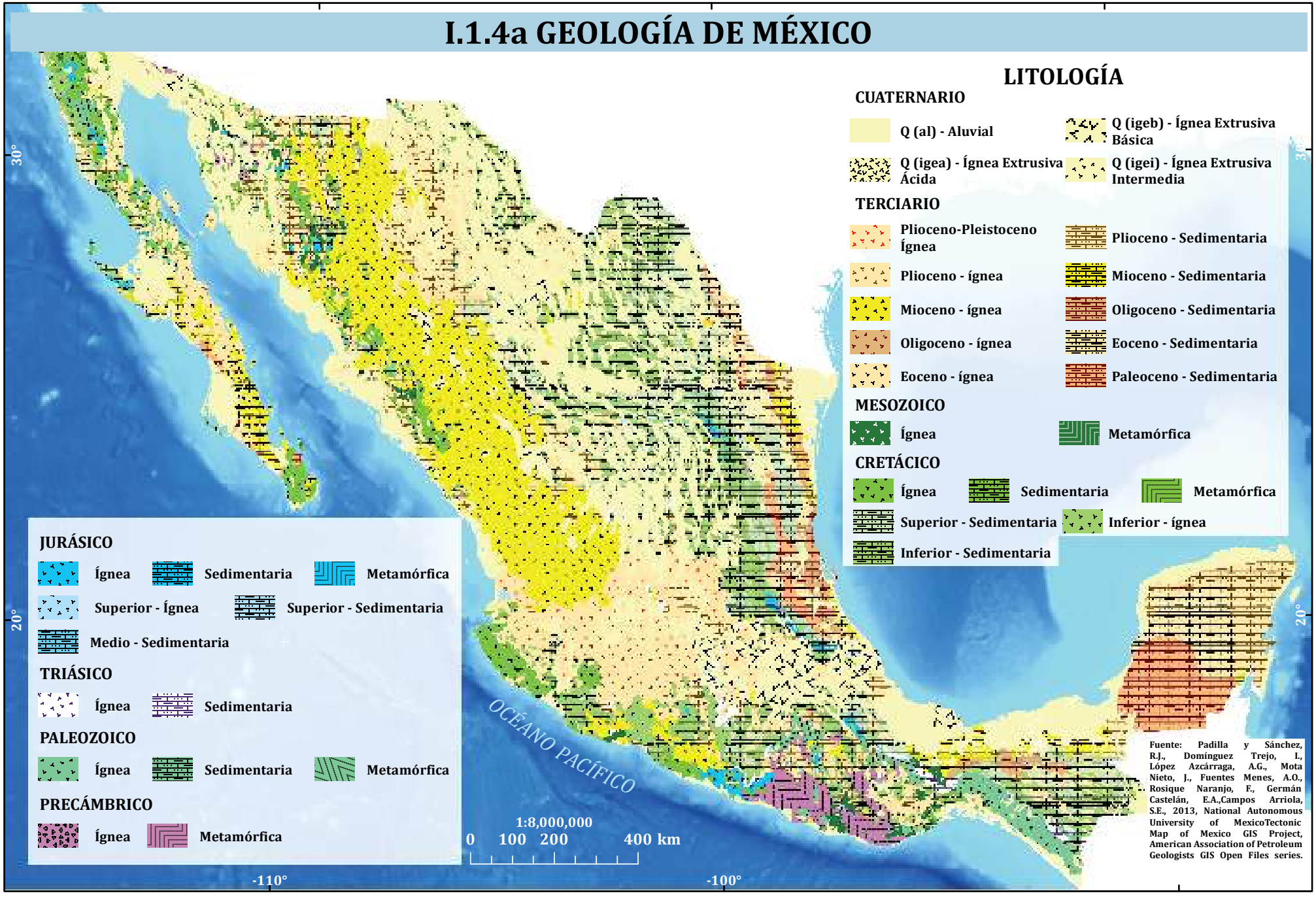
Fuente: INEGI Topografía Esc. 250 mil.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

I.1.3a REGIONES FISIOGRÁFICAS DE MÉXICO

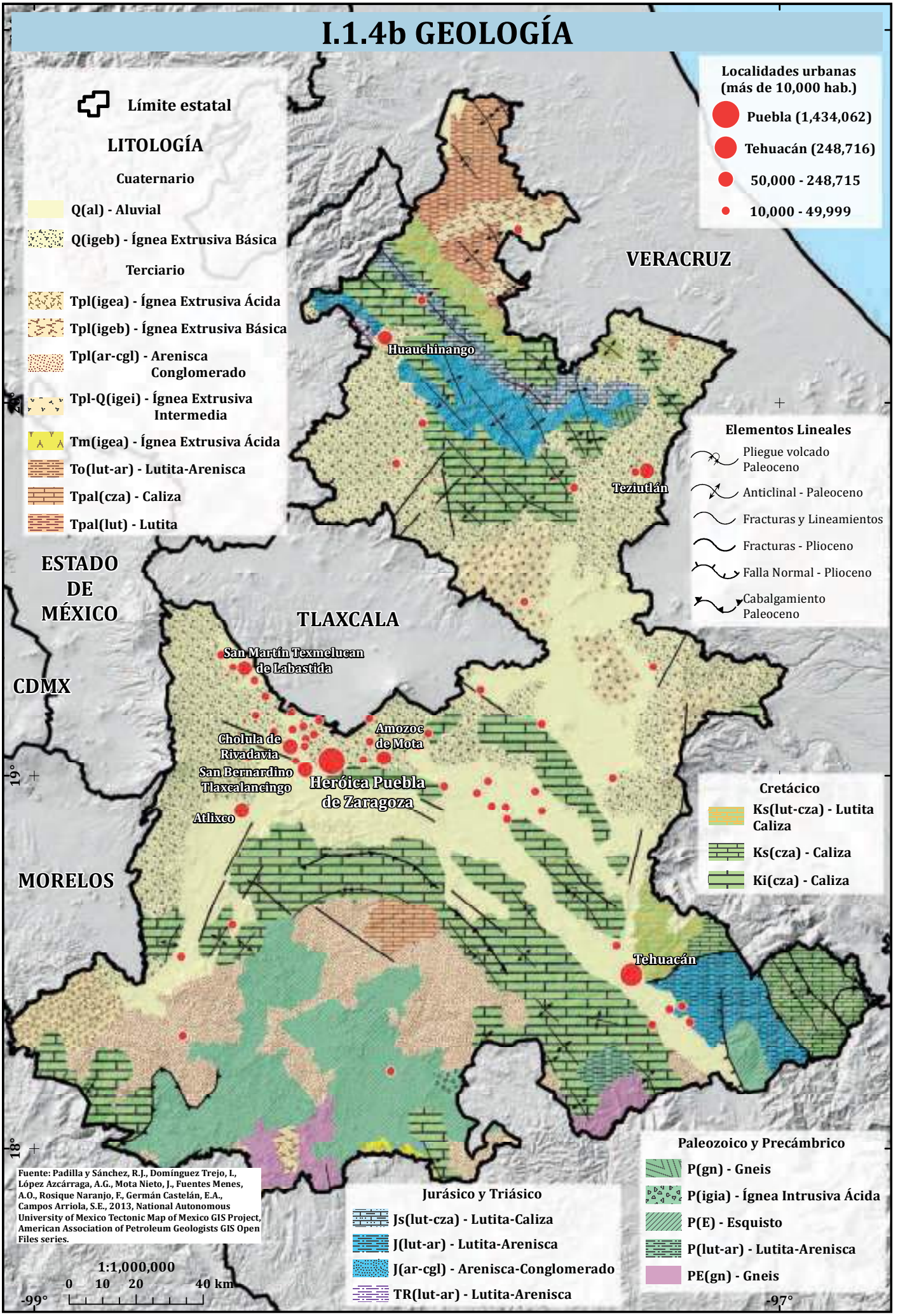



I.1.3b REGIONES FISIOGRÁFICAS
Límite estatal
Límite municipal
Eje Neovolcánico
Llanura Costera del Golfo Norte
Sierra Madre del Sur
Sierra Madre Oriental
Cuerpos de agua
GOLFO DE MÉXICO
VERACRUZ
ESTADO DE MÉXICO
TLAXCALA
CDMX
MORELOS
GUERRERO
OAXACA
Presa Necaxa
Huauchinango
Teziutlán
San Martín Texmelucan de Labastida
Totolcingo
Cholula de Rivadavia
Amozoc de Mota
San Bernardino Tlaxcalancingo
Heróica Puebla de Zaragoza
Atlixco
Presa M. Á. Camacho
Tehuacán
19°
18°
-99°
-98°
-97°
1:1,000,000
0 10 20 40 km
Fuente: INEGI Cartografía Esc. 1 millón.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.
Localidades urbanas (más de 10,000 hab.)
Puebla (1,434,062)
Tehuacán (248,716)
50,000 - 248,715
10,000 - 49,999

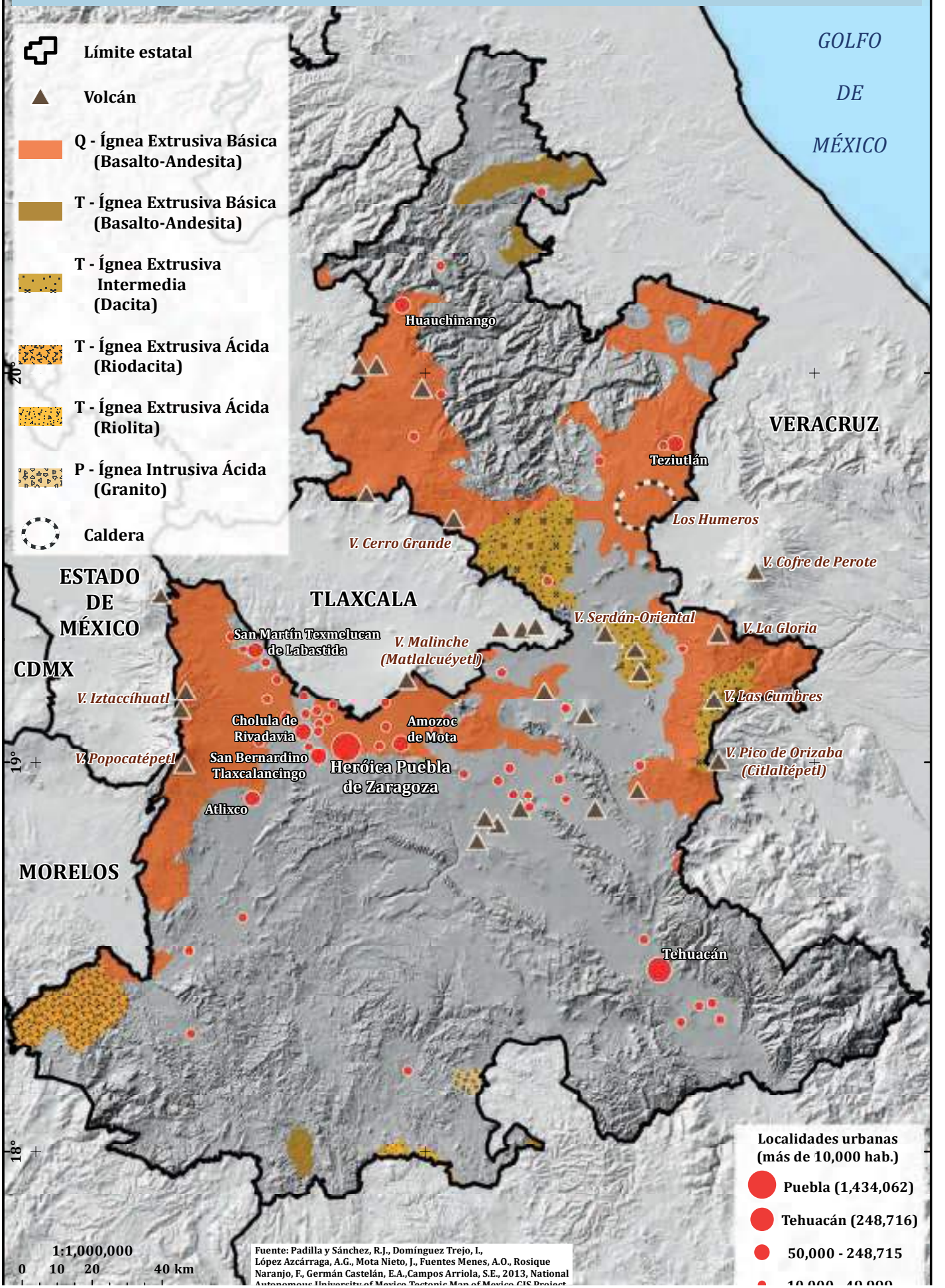
I.1.4a GEOLOGÍA DE MÉXICO



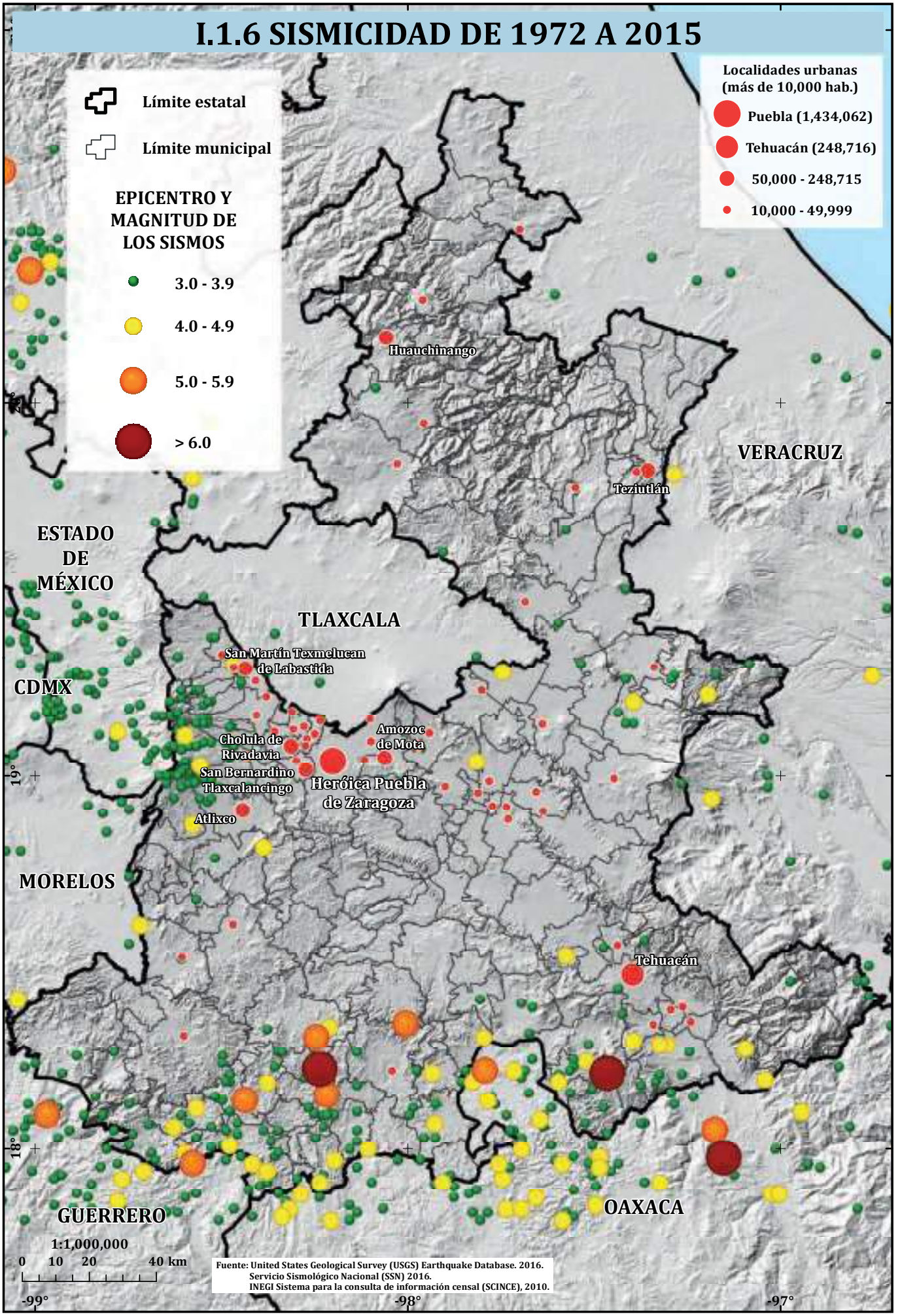
I.1.4b GEOLOGÍA



I.1.5 RELIEVE VOLCÁNICO

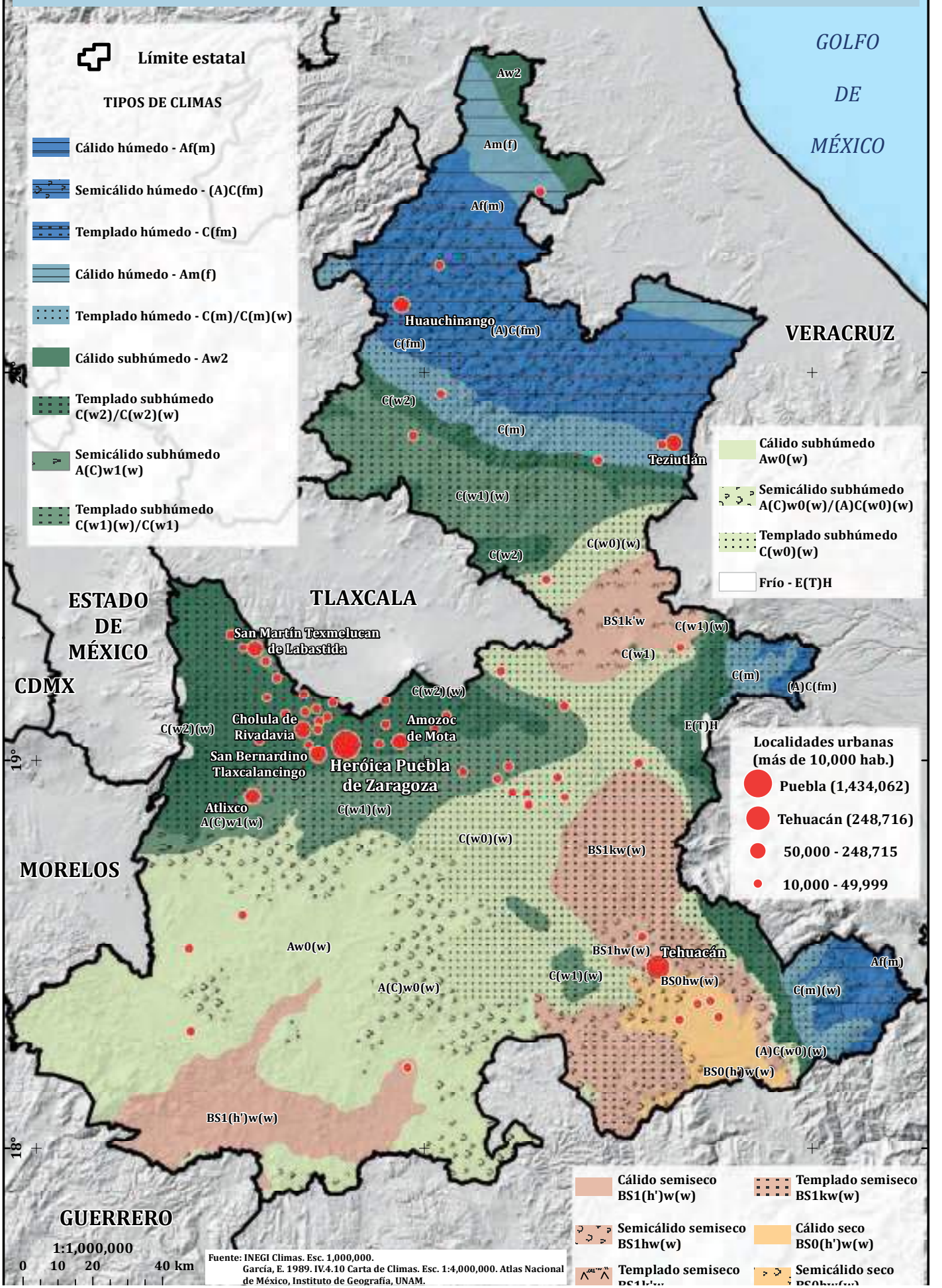


I.1.6 SISMICIDAD DE 1972 A 2015

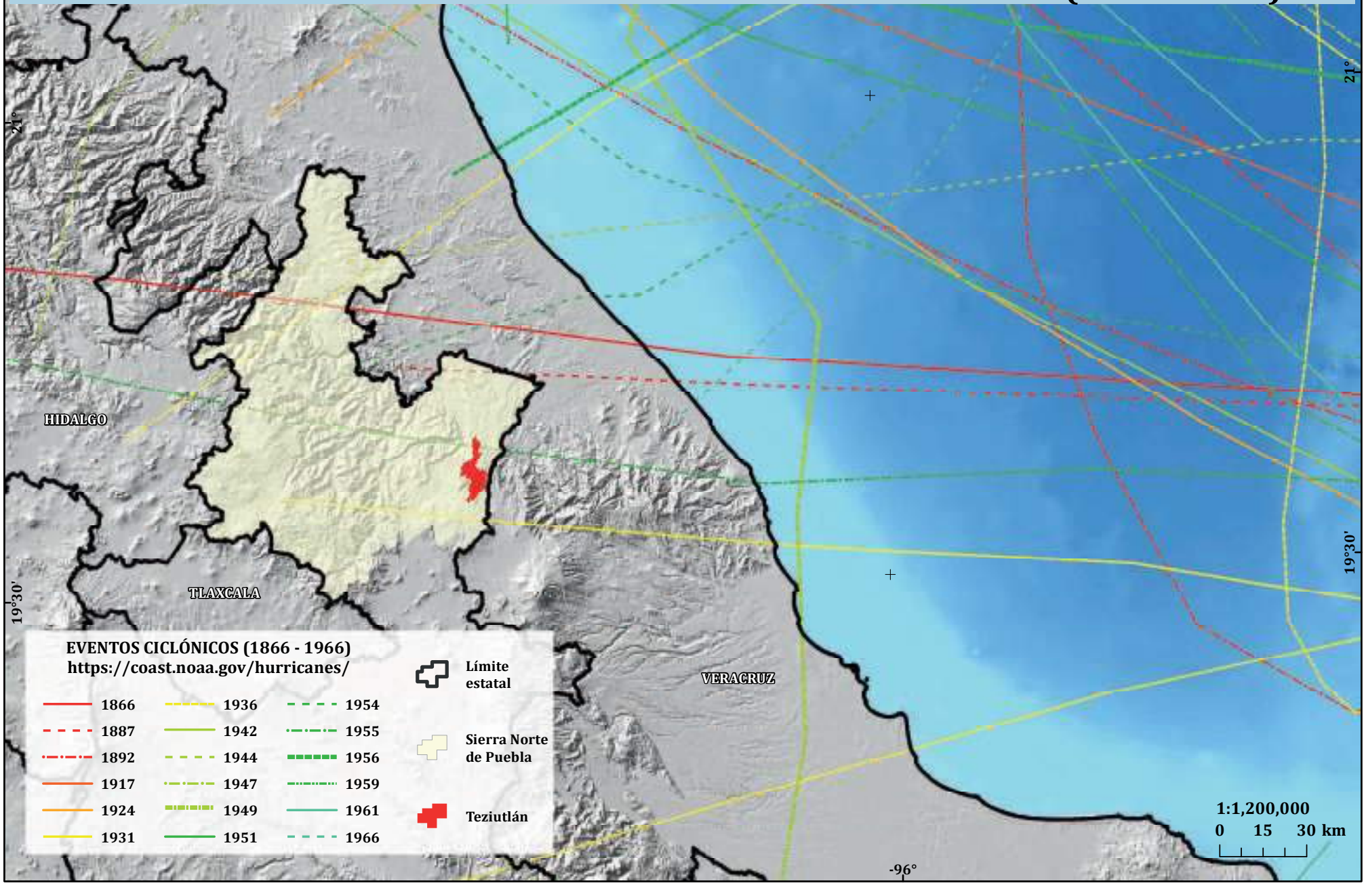


Fuente: United States Geological Survey (USGS) Earthquake Database. 2016.
Servicio Sismológico Nacional (SSN) 2016.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

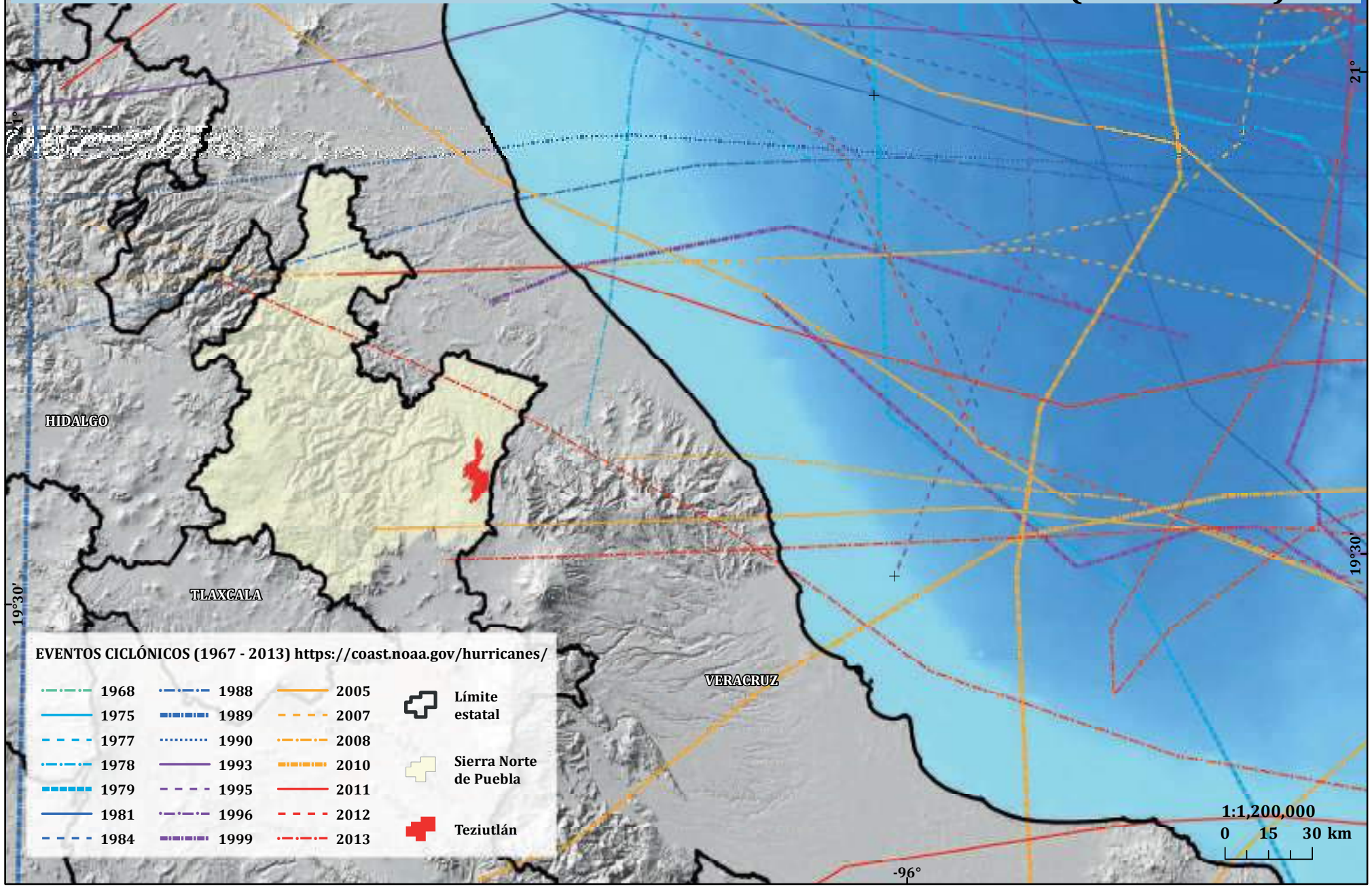
I.1.7 CLIMAS


Límite estatal
TIPOS DE CLIMAS
Cálido húmedo - Af(m)
Semicálido húmedo - (A)C(fm)
Templado húmedo - C(fm)
Cálido húmedo - Am(f)
Templado húmedo - C(m)/C(m)(w)
Cálido subhúmedo - Aw2
Templado subhúmedo C(w2)/C(w2)(w)
Semicálido subhúmedo A(C)w1(w)
Templado subhúmedo C(w1)(w)/C(w1)
Cálido subhúmedo Aw0(w)
Semicálido subhúmedo A(C)w0(w)/(A)C(w0)(w)
Templado subhúmedo C(w0)(w)
Frío - E(T)H
Localidades urbanas (más de 10,000 hab.)
Puebla (1,434,062)
Tehuacán (248,716)
50,000 - 248,715
10,000 - 49,999
Cálido semiseco BS1(h')w(w)
Templado semiseco BS1kw(w)
Semicálido semiseco BS1hw(w)
Cálido seco BS0(h')w(w)
Templado semiseco
Semicálido seco
GOLFO DE MÉXICO
VERACRUZ
TLAXCALA
ESTADO DE MÉXICO
CDMX
MORELOS
GUERRERO
Huauchinango
Teziutlán
San Martín Texmelucan de Labastida
Cholula de Rivadavia
Amozoc de Mota
San Bernardino Tlaxcalancingo
Heróica Puebla de Zaragoza
Atlixco
Tehuacán
Aw2
Am(f)
Af(m)
(A)C(fm)
C(fm)
C(w2)
C(m)
C(w1)(w)
C(w0)(w)
BS1k'w
C(w1)
(A)C(fm)
E(T)H
C(w2)(w)
C(w1)(w)
BS1kw(w)
Aw0(w)
A(C)w0(w)
BS1hw(w)
BS0hw(w)
Af(m)
C(m)(w)
(A)C(w0)(w)
BS0(h')w(w)
BS1(h')w(w)
19°
18°
1:1,000,000
0 10 20 40 km
Fuente: INEGI Climas. Esc. 1,000,000.
García, E. 1989. IV.4.10 Carta de Climas. Esc. 1:4,000,000. Atlas Nacional de México, Instituto de Geografía, UNAM.

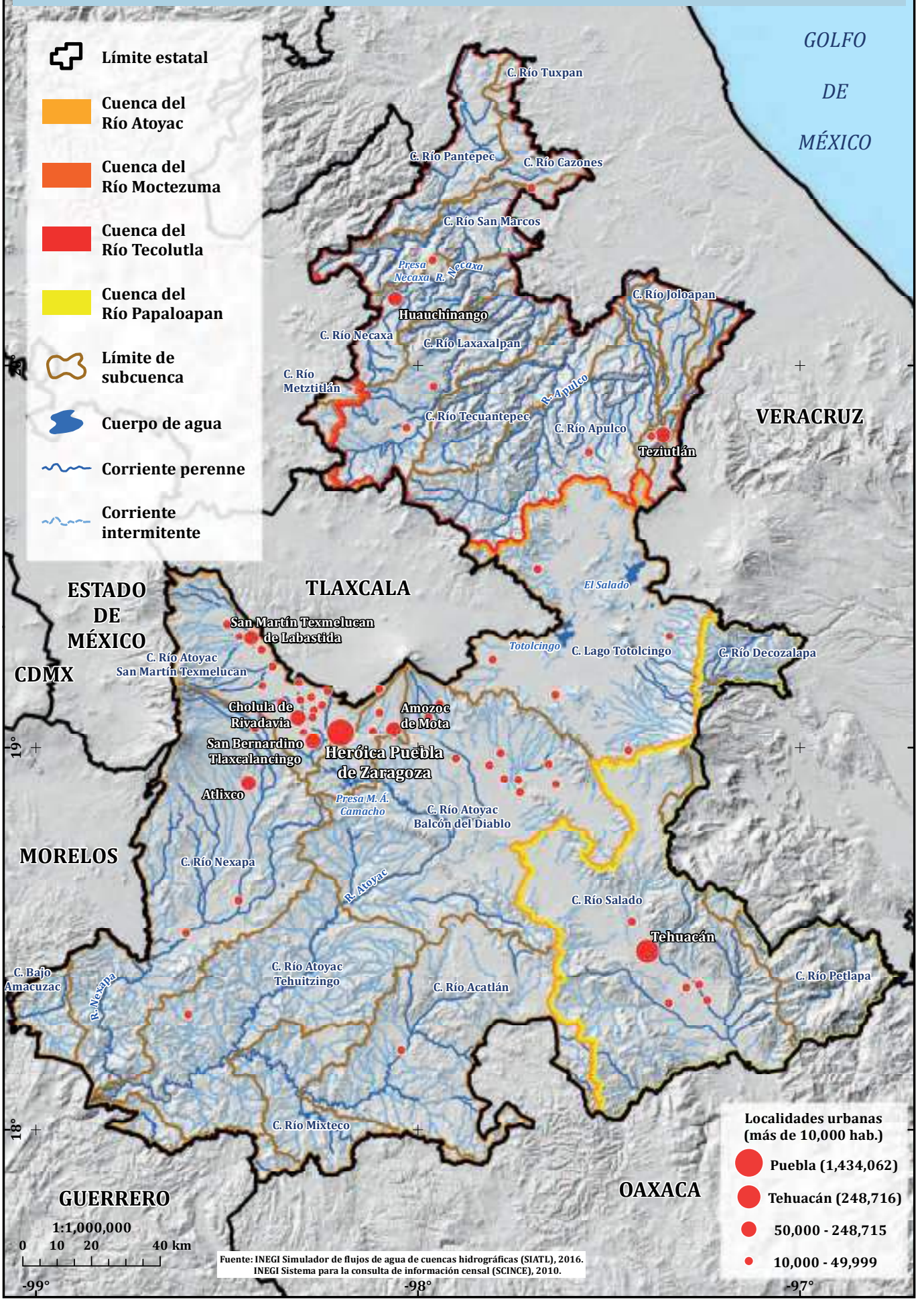
I.1.7a EVENTOS CICLÓNICOS EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA (1866 - 1966)



I.1.7b EVENTOS CICLÓNICOS EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA (1967 - 2013)

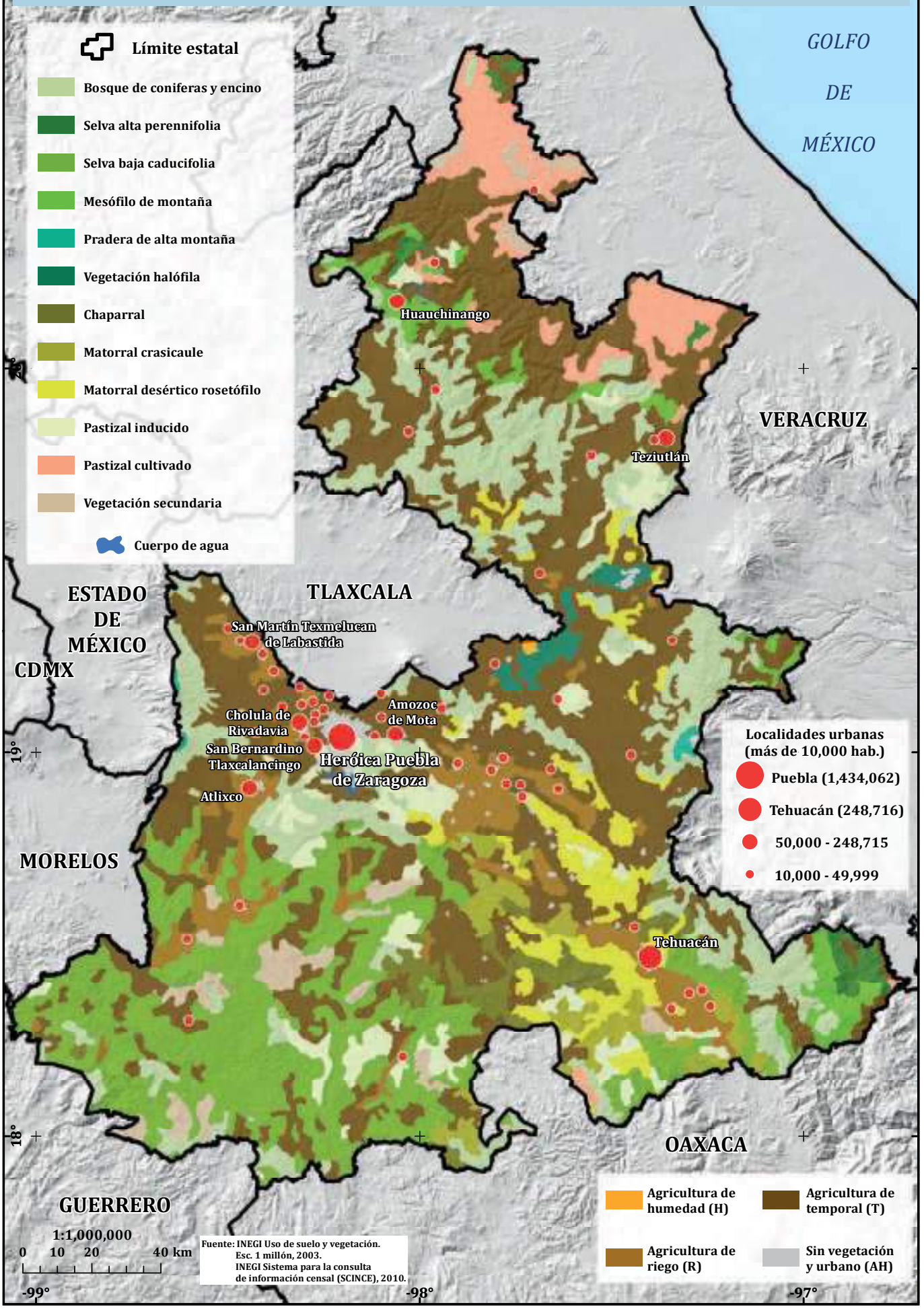


I.1.8 HIDROGRAFÍA



Fuente: INEGI Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas (SIATL), 2016.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

I.1.9 USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN

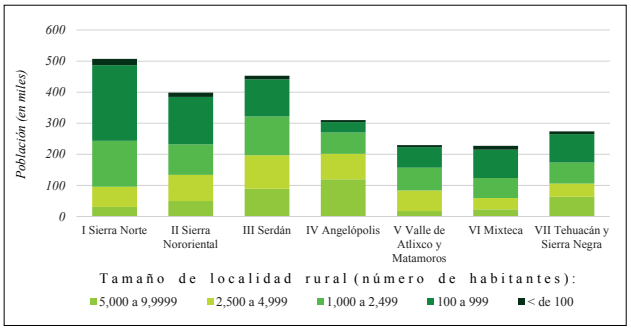


María Teresa Gutiérrez de MacGregor y Jorge González Sánchez

Uno de los principales rasgos en la distribución de la población en el estado de Puebla, es el considerable volumen de población que habita en pequeños poblados rurales, 2.4 millones de personas residían en 5.8 mil localidades menores a 10 mil habitantes, lo que representó el 41.5% de su población total en 2010; Puebla ocupa el cuarto lugar entre los estados con mayor población rural, sólo lo superan Veracruz, Chiapas y Oaxaca. Esto es destacado porque en nuestro país, gran parte de la población rural se encuentra dispersa y existe una alta correlación entre el tamaño de una localidad y su grado de marginación, lo que implica carencia de servicios, infraestructura y equipamiento básico; es decir, en México entre más pequeña es una localidad, es mayor su marginación y pobreza (mapa 1.2.1).

A diferencia con lo que se registra a nivel nacional, donde la mayoría de la población rural se encuentra en los poblados rurales más pequeños, en el estado de Puebla, a pesar de que las localidades con menos de 100 habitantes son las más abundantes (en 2010 representaron el 50.6% del total), sólo agruparon a 80 mil personas. En el estado los mayores volúmenes de población rural residen en localidades de cien a mil y de mil a 2.5 mil habitantes, en estos tamaños se concentraban 1.44 millones de habitantes, que representaron el 60.1% de la población rural y el 25.0% de la población total del estado.

La mayoría de las localidades rurales se ubican en el norte y el noreste del estado, en tres regiones socioeconómicas: la Sierra Norte, la Sierra Nororiental y en Serdán, ahí se ubican el 59.6% de todos los poblados rurales del estado; de estas tres regiones, la Sierra Norte es la que registra un mayor volumen de población rural (con 507.2 mil personas) y la mayoría se distribuye en localidades de 100 a mil habitantes (el 48.0% de su población rural); en cambio en los municipios de la región Serdán, también con un alto volumen de población rural (452.9 mil), la mayor parte de su población se asienta en localidades de mil a 2.5 mil habitantes (con el 27.6%). De manera general se puede afirmar que estas tres regiones se caracterizan por presentar una alta dispersión de su población rural (ver Figura 1, Tabla 1).



Fuente: Cálculos propios con base en la información de INEGI, 2011.

***Figura 1.* Distribución de la población rural de Puebla por regiones socioeconómicas y tamaño de localidad, 2010**

En cambio, en el centro y sureste del estado disminuye la presencia de localidades rurales, principalmente en los municipios de las regiones Valle de Atlixco y Mixteca, las cuales registraron los menores volúmenes de población rural, y de población total en general. Por otra parte, la población rural de la región Angelópolis, destaca por registrar una distribución por tamaño de localidad rural opuesta al resto de las regiones, es decir, la mayor parte de su población reside en localidades de 5 a 10 mil habitantes (el 38.5%) y se reduce su proporción al disminuir el tamaño de la localidad; en esta región se localiza la capital del estado, la cual mantiene una intensa dinámica de integración metropolitana, que favorece la concentración y reduce la dispersión demográfica en su área de influencia directa (ver Figura 1, Tabla 1).

No obstante, la distribución de la población del estado de Puebla también se caracteriza por su destacada concentración urbana; la Zona Metropolitana (ZM) de la capital del estado, ha conformado una de las mayores metrópolis del país, es la cuarta ciudad de mayor tamaño a nivel nacional, y registra una dinámica demográfica que ha rebasado los límites administrativos del estado y ha incorporado localidades y municipios del vecino estado de Tlaxcala, integrando una de las principales aglomeraciones urbanas en la región. En 2010 esta ZM estaba integrada por 39 municipios (19 se ubican en Puebla y 20 en Tlaxcala), donde se concentraban 2.72 millones de habitantes (el 86.7% residían en Puebla y el 12.4% en el estado vecino).

Otro aspecto a destacar es que el proceso metropolitano en Puebla, no se presenta sólo en la capital del estado, a partir de 2010 se identificaron otras dos zonas metropolitanas: la ZM de Tehuacán, con 296.9 mil habitantes y la ZM de Teziutlán, con 122.5 mil (Sedesol *et al.*, 2012); en ambos casos el desarrollo de la aglomeración metropolitana es incipiente, únicamente se encuentran integradas a la localidad central, población y actividades de otro municipio (Santiago Miahuatlán a Tehuacán y Chignautla a Teziutlán), y el principal criterio para la conformación de estas dos ZM es la existencia de conurbación física de las localidades urbanas de los municipios involucrados.

Estas tres áreas urbanas son las ciudades más importantes en el estado; la ZM de Puebla, es la de mayor jerarquía, tanto por la cantidad de población que ahí se concentra (el 39.1% de la población del estado), como por ser el principal centro industrial, comercial y de servicios del estado y de la región. El resto de las aglomeraciones urbanas son ciudades pequeñas (menores a 100 mil habitantes) y las más abundantes son las de 15 a 50 mil habitantes (18 en total).

Cabe señalar que el tamaño de una ciudad está determinado por las funciones que desempeña como lugar central, las cuales están

***Tabla 1.* Indicadores demográficos seleccionados por regiones socioeconómicas, 2010.**

I Sierra Norte	5,904.0	17.4	35	668,859	11.6	75.8	24.2	0.6
II Sierra Nororiental	2,509.4	7.4	28	532,017	9.2	75.0	25.0	1.0
III Serdán	5,300.9	15.6	31	650,933	11.3	69.6	30.4	1.4
IV Angelópolis	3,322.4	9.8	33	2,651,015	45.9	11.7	88.3	1.8
V Valle de Atlixco y Matamoros	3,074.3	9.1	24	378,169	6.5	62.0	38.0	0.1
VI Mixteca	8,850.1	26.1	45	254,100	4.4	89.5	10.5	-0.6
VII Tehuacán y Sierra Negra	4,960.1	14.6	21	644,736	11.2	42.5	57.5	1.6
Puebla	33,921.2	100.0	217	5,779,829	100.0	41.5	58.5	1.3

Fuente: con base en la información de INEGI, 2011.

definidas por los servicios que provean a su región circundante (insumos a la agricultura, vínculos comerciales, servicios para ciudades más pequeñas, universidades, hospitales o administración gubernamental); además, el diferente tamaño de las localidades urbanas, también señala la desigual importancia de sus áreas de influencia. Todo esto hace que existan ciudades principales y dependientes; las cuales se organizan dentro de su propio sistema en escalones según su grado de dotación y especialización funcional, lo que da lugar a una jerarquía urbana (Zárate, 2012: 46).

La distribución de la población urbana en el estado de Puebla, está determinada por la gran concentración demográfica que representa la capital del estado, pero en el resto de las regiones socioeconómicas, se caracterizan por tener concentraciones urbanas de escaso tamaño, con excepción de Tehuacán; lo que implica que los servicios e infraestructura que ofrecen a sus áreas de influencia son limitados. De hecho, en cinco de siete regiones socioeconómicas, la proporción de población urbana es menor al 12% de su población total, lo que significa que son regiones predominantemente rurales.

A partir de la caracterización general de las regiones socioeconómicas del estado de Puebla es posible señalar algunos de sus principales rasgos que las identifican y las diferencian (mapa 1.2.2).

En primer lugar, la distribución demográfica por regiones, hace destacar a la región IV Angelópolis, por agrupar la mayor cantidad de personas dentro del estado, en sus 33 municipios y el 9.8% de la superficie estatal, se agrupan 2.65 millones de habitantes, el 45.9% de la población total del estado; en esta región se ubica la capital y su amplia zona metropolitana, que es además una de las principales metrópolis del país, la cuarta ciudad de mayor tamaño a nivel nacional (ver Figura 1, Tabla 1).

Por su gran tamaño, la Zona Metropolitana de Puebla se ha convertido en la principal aglomeración no sólo de población, sino también de actividades económicas y de empleo de todo el estado; en estos municipios se localiza el comercio y los servicios especializados (educativos, médicos, financieros, culturales), es el centro político de la entidad, por lo que sus funciones urbanas son diversas y extensas, el área de influencia de esta ciudad rebasa los límites regionales e incluso estatales. En Puebla, no hay otra ciudad de su jerarquía. La concentración urbana que se presenta esta región, determina que todos sus indicadores sociodemográficos sean diferentes al resto de las regiones del estado.

En contraste, las regiones VI Mixteca, al sur del estado y V Valle de Atlixco y Matamoros, al suroeste, registraron los menores volúmenes de población, en 2010 sólo concentraron el 4.4% y el 6.5% del total del estado, respectivamente. De estas dos regiones, destaca la Mixteca, por ser la más extensa, su superficie abarca el 26.1% del total del estado y agrupa el mayor número de municipios (45) de las siete regiones, por ser la única que registró decrementos en su dinámica demográfica, de -0.57% entre 2000 y 2010; además, por su amplia mayoría de población rural, el 89.5% residía en localidades menores a 10 mil habitantes (4 de cada 10 habitantes de la región residían en localidades menores a mil habitantes) y por su escasa población urbana; además, las dos únicas localidades urbanas de la región se ubican en las jerarquías urbanas inferiores, Acatlán de Osorio, la de mayor población, contaba con 16.3 mil habitantes en 2010. Estas características, influyen para que los indicadores sociodemográficos sean los más bajos, en términos de dotación de servicios básicos en las viviendas y en niveles educativos de su población. En cambio los indicadores sociodemográficos seleccionados de la región Valle de Atlixco y Matamoros, muestran una situación sociodemográfica semejante a la de Angelópolis.

Las restantes cuatro regiones, tuvieron similares volúmenes de población, oscilaron entre 668.8 mil habitantes (el 11.6% del total estatal) en la región I Sierra Norte y 532.0 mil (el 9.2 %) en la región II Sierra Nororiental (donde se ubica Teziutlán), que es además la región más pequeña en extensión, con el 7.4% de la superficie del estado. De este grupo de regiones resalta la VII Tehuacán y Sierra Negra, porque su población es mayoritariamente urbana (el 57.5 % reside en localidades mayores a 10 mil habitantes), mientras que el resto son predominantemente rurales; Tehuacán es la segunda ciudad de mayor tamaño en el estado, con 248.7 mil habitantes, y también es la segunda región con mayor crecimiento demográfico, con 1.6% medio anual entre 2000 y 2010.

Otra característica de esta región, es que casi un tercio de sus habitantes (el 28.9%), está conformada por población que habla alguna lengua indígena, otras zonas donde también es importante la proporción de población indígena son las dos regiones del norte: la Sierra Norte, con el 28.4% de sus habitantes y la Sierra Nororiental, con el 34.6%. En estas dos regiones, los indicadores sobre niveles educativos de la población, así como de cobertura de servicios básicos en las viviendas, son en general bajos; de igual modo, se presenta una alta dispersión de su población rural, el 39.4% y el 31.4%, respectivamente, del total de habitantes de cada región se localiza en localidades menores a mil habitantes (Tabla 2).

Finalmente, los indicadores sociodemográficos de la región III Serdán, también muestran una baja cobertura de servicios básicos en las viviendas y bajos niveles educativos de su población, en general son similares a los de la región Mixteca, aunque con un crecimiento demográfico superior al valor estatal y con un mayor número de localidades urbanas (12), si bien todas son de jerarquías urbanas inferiores, la localidad urbana con mayor población en 2010 fue Tecamachalco con 28.7 mil habitantes (Tabla 2).

FUENTES

INEGI (2011). *Principales resultados por localidad* (ITER). Censo de población y vivienda 2010, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

SEDESOL, CONAPO e INEGI (2012), *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2010*, Secretaría de Desarrollo Social, Consejo Nacional de Población e Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

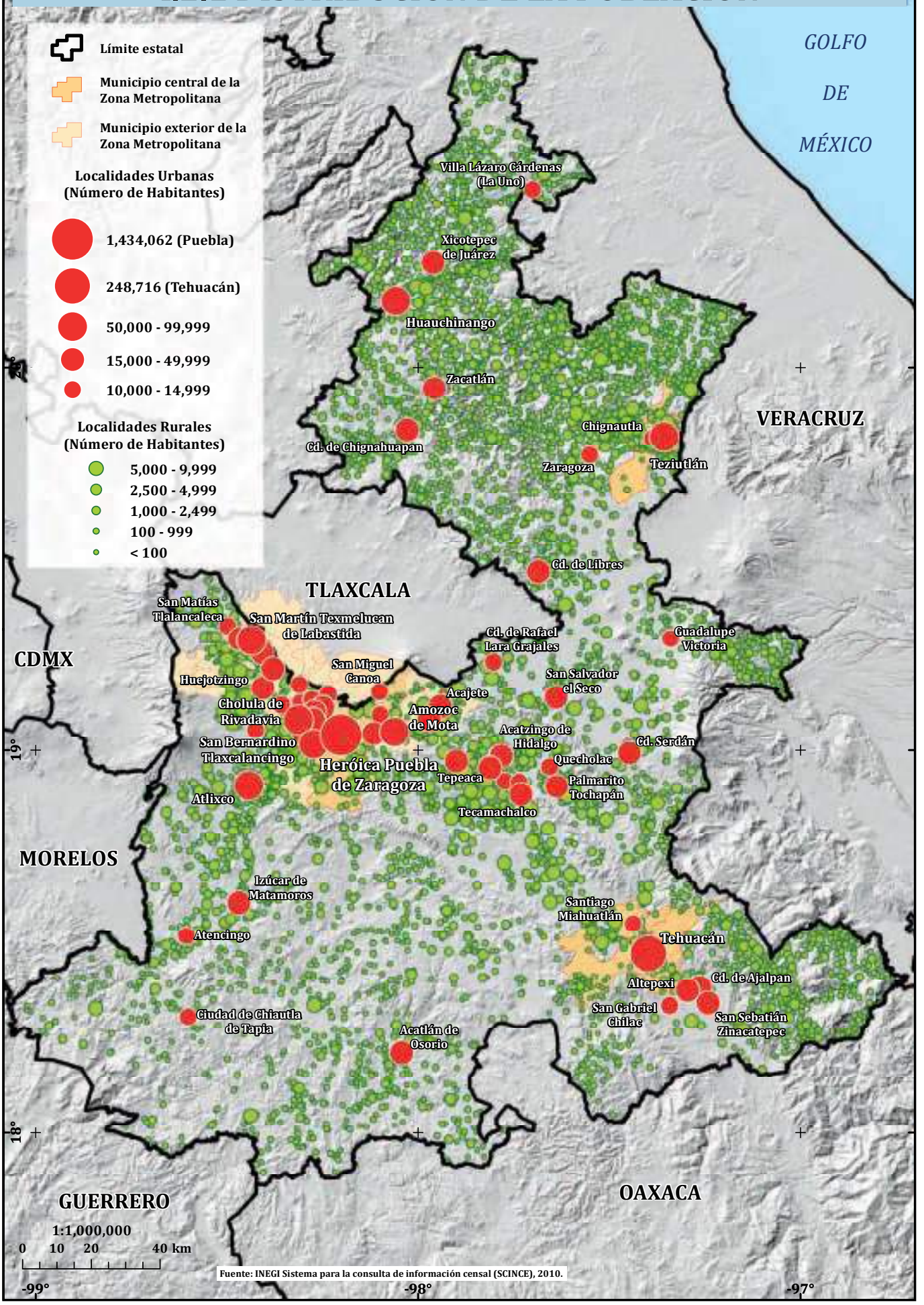
Zárate Martín, Manuel Antonio (2012), *Geografía urbana. Dinámicas locales, procesos globales*, Editorial Universitaria Ramón Areces, S.A., España.

Tabla 2. **Indicadores sociodemográficos y habitacionales seleccionados por regiones socioeconómicas, 2010.**

I Sierra Norte	28.4	18.2	78.2	8.5	61.8	5.2
II Sierra Nororiental	34.6	16.2	77.9	9.3	67.9	5.4
III Serdán	1.2	14.3	84.0	5.9	69.0	3.7
IV Angelópolis	2.9	4.7	57.3	25.0	82.3	23.5
V Valle de Atlixco y atamoros	3.7	11.0	75.9	11.6	74.4	10.4
VI Mixteca	6.2	17.1	80.4	7.6	56.0	3.8
VII Tehuacán y Sierra Negra	28.9	15.2	77.5	10.3	69.4	8.7
Puebla	11.7	10.4	68.8	16.5	74.2	14.4

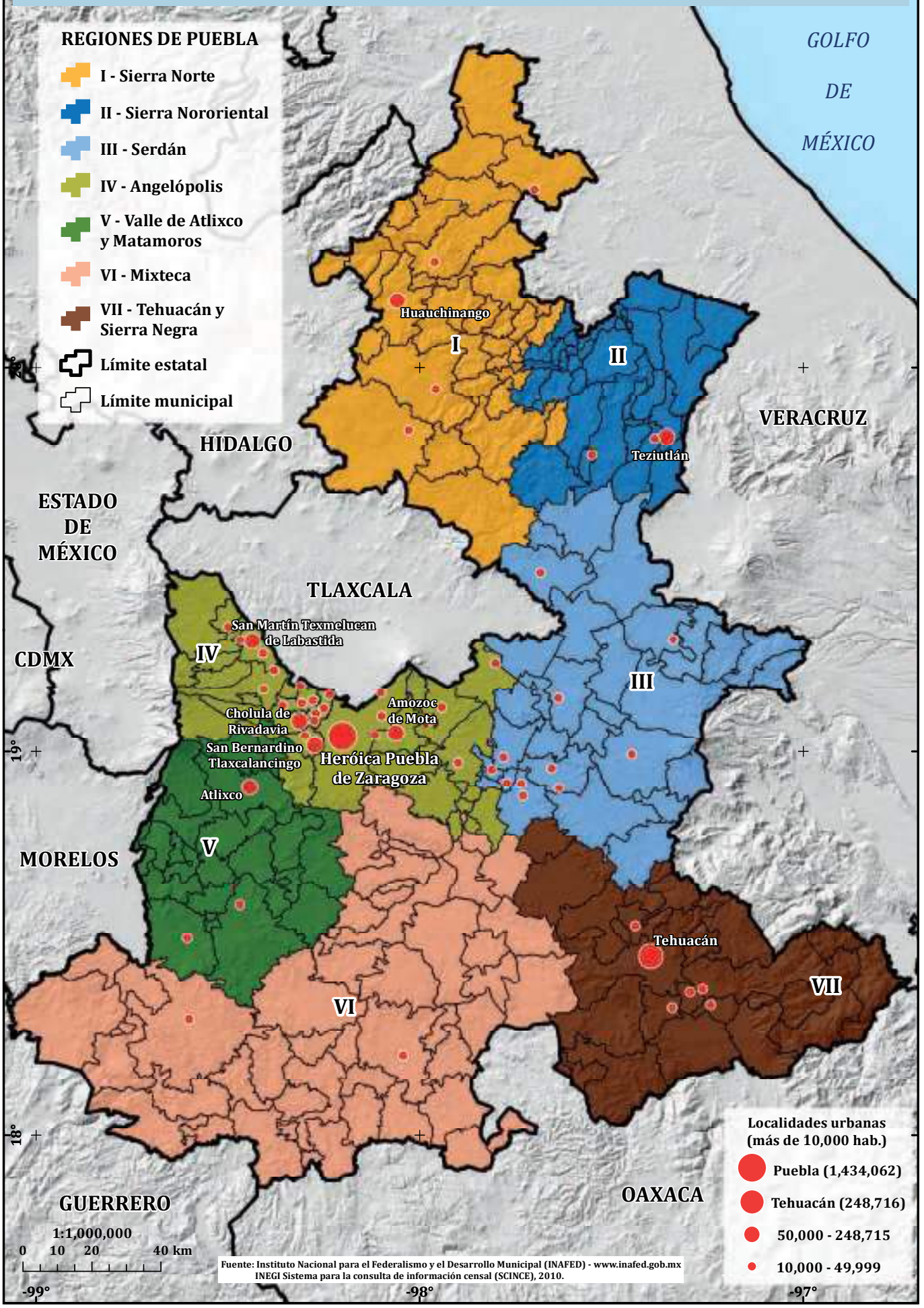
Fuente: cálculos propios con base en la información de INEGI, 2011.

I.2.1 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN



Fuente: INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

I.2.2 REGIONES SOCIO-ECONÓMICAS



Fuente: Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED) - www.inafed.gob.mx
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

II.
El contexto regional: Sierra Norte de Puebla (mapas 1:500,000)

Ricardo J. Garnica Peña, Atlántida Coll-Hurtado, Alejandra Maldonado Martínez, Franny G. Murillo García e Irasema Alcántara Ayala

En la parte norte del Estado de Puebla, justo donde colinda con los Estados de Veracruz, Hidalgo y Tlaxcala, se ubica el extremo sur de la Sierra Madre Oriental, la Sierra Norte de Puebla (mapa II.1.1), el cual responde a las características propias de la subprovincia fisiográfica denominada Carso Huasteco que ocupa mayoritariamente el terreno perteneciente a esta región, compartiendo territorio con espacios pertenecientes a la subprovincia de la Llanura Costera del Golfo en pequeñas porciones localizadas en la parte oriental de su colindancia con el Estado de Veracruz.

La Sierra Norte de Puebla ha sido dividida en dos subregiones socioeconómicas: la Sierra Norte y la Sierra Nororiental.

En materia topográfica es en esta zona de la entidad poblana donde se puede observar una mayor concentración de perfiles o formas de relieve abruptas, principalmente en el centro de la misma; se trata de un espacio con topoformas de sierras altas y lomeríos escarpados, en cuya área geográfica de difícil acceso, cruzan dos vías terrestres que enlazan la costa y el altiplano nacional.

En el cruce de este sistema montañoso en el norte del Estado de Puebla se encuentran altitudes variables que oscilan entre los 1,000 hasta los 3,000 msnm (mapa II.1.2) En la zona sur de la región serrana, colindando con el Estado de Tlaxcala, se observan formas de relieve de 3,000 metros localizados en la Sierra Madre del Sur y, en la zona norte y centro, de 2000 msnm que corresponden a la Sierra Madre Oriental.

Al paso de las dos principales vías de comunicación terrestre costa-altiplano con que cuenta la región de la Sierra de Puebla, se han conformado dos localidades urbanas representativas y de mayor rango poblacional: Huauchinango y Teziutlán respectivamente (mapa II.1.1), las cuales funcionan como nodos de actividad económica y de servicios en la red urbana dependiente de la zona metropolitana central de la ciudad de Puebla.

En torno a la configuración geológica (mapa II.1.3) el territorio poblano de la Sierra Norte tiene una larga historia en la que se han generado transformaciones que abarcan desde el Paleozoico hasta el período Cuaternario; en este sentido las caracteristicas litológicas y estructurales.

Del análisis cartográfico se desprende que: en la zona sur de la sierra poblana esta presente en la mayor parte de la superficie el tipo de roca Ígnea Extrusiva Básica del periodo Terciario [Tpl(igeb)]; en esta misma zona sur-centro que recorre hacia el norte se observa del tipo de Caliza del periodo Cretácico [Ki(cza)], el cual se cruza con la Arenisca-Conglomerado del periódo Jurásico y Triásico [J(ar-cgl)]. Asimismo, la Lutita-Arenisca [To(lut-ar)] y la Lutita [Tpal(lut)], ambos del Cuaternario, se encuentran localizados en la zona norte de la sierra poblana.

Cabe precisar que el material que predomina en la Sierra de Puebla es el que corresponde a la tipología de rocas ígneas extrusivas, propias de la actividad volcánica de la zona central mexicana y en particular de los volcanes del territorio poblano como el Popocatépetl que aún se encuentra en su etapa activa.

En el sistema de topoformas que presenta la Sierra Norte de Puebla se tienen identificadas 7 variedades de éstas (Sierra, Meseta, Valle, Lomerío, Llanura, Vaso y Cañón), que en detalle se dividen en 16 subclasificaciones existentes como distintos paisajes geográficos en la región de estudio (mapa II.1.4).

La topoforma predominante es la Sierra Alta Escarpada (SAE), la cual se encuentra ubicada de forma alargada de norte a sur abarcando todo el centro de la región de estudio, quedando inmersa en esta topoforma la localidad de Xicotepec de Juárez.

De acuerdo a la superficie ocupada, siguen en importancia dos topoformas: la Sierra Volcánica de Laderas Escarpadas (SVLE) y la Sierra Baja (SB). En conjunto, la superficie ocupada por estas tres topoformas conforman un macizo que abarca aproximadamente el 90% de la superficie regional.

Es de resaltarse que el resto del territorio de la ciudad de Teziutlán y su zona metropolitana se asienta en una topoforma denominada Lomerío de Aluvión con Llanuras (LAL), localizada en la parte suroriental de la región, en donde también se asienta Chignautla.

En la Sierra Norte de Puebla se tienen identificados 13 tipos distintos de (mapa II.1.5). Sobresalen por la cantidad de superficie ocupada y dispersa por toda la región, los suelos de tipo regosol y el tipo andosol, aunque son perceptibles masas de mayor tamaño al norte y este para el tipo regosol, mientras que el andosol al sureste de la región, en las inmediaciones de la zona metropolitana de Teziutlán.

Los suelos tipo Luvisol se encuentran al centro de la Sierra Norte de Puebla. En menor proporción se identifican zonas con suelos tipo acrisol, cambisol, feozem, fluvisol y litosol entre otros.

La Sierra Norte de Puebla, se encuentra inmersa en la Cuenca del Río Tecolutla (RH27) (mapa II.1.6).Las precipitaciones pluviales presenta un patrón decreciente en sentido norte-sur / noreste-suroeste, siendo la franja de territorio colindante con el Estado de Veracruz la que presenta los mayores porcentajes de escurrimientos, mientras que la franja colindante a los Estados de Hidalgo y Tlaxcala, así como la continuidad del territorio estatal, decrecen significativamente en los valores de los coeficientes de escurrimientos como se muestra en el mapa II.1.7.

En las zonas urbanas de Xicotepec de Juárez y Villa Lázaro Cárdenas se encuentran coeficientes de escurrimientos de rangos entre 20.1-30.0%, y mayores a 30.0%, sin embargo en la zonas aledañas a las localidades urbanas de Chignahuapan, Zaragoza y la correspondiente a la zona metropolitana de Teziutlán, los coeficientes de escurrimiento encontrados se ubican en los rangos menores de 5.1-10.0 y 10.1 y 20.0%.

En cuanto al estudio de la posibilidad de acuíferos, puede apreciarse con claridad que el tipo de material consolidado con posibilidades bajas representa la Unidad Geohidrológica de mayor presencia en el territorio de la Sierra Norte de Puebla, tal como lo muestra el mapa II.1.8, siguiéndolo en importancia el tipo de material no consolidado con posibilidades bajas, en la zona oriente de la sierra donde se ubica la ciudad y zona metropolitana de Teziutlán.

Finalmente, en lo que corresponde al uso de suelo, de manera general se pueden observar tres franjas que corren en sentido longitudinal a lo largo de la Sierra Norte de Puebla, paralelas a la costa del Golfo de México.

La primera de ellas más cercana a la costa y en los linderos con el Estado de Veracruz corresponde al Pastizal Cultivado en donde se encuentra inmersa la localidad de Villa Lázaro Cárdenas; la segunda de menor espesor que corresponde al Bosque Mesófilo de Montaña, donde se localizan los centros urbanos de Huauchinango y Xicotepec de Juárez; la tercer franja que puebla el restante territorio sur de la región de estudio corresponde al uso de Bosque de Coníferas.

El resto de los 12 usos del suelo que han sido identificados en la Sierra Norte de Puebla según se consigna en el mapa II.1.9, se localizan de manera dispersa en toda la región, compartiendo terrenos con el uso de la agricultura de temporal, toda vez que este uso se hace presente de forma dispersa en el territorio.

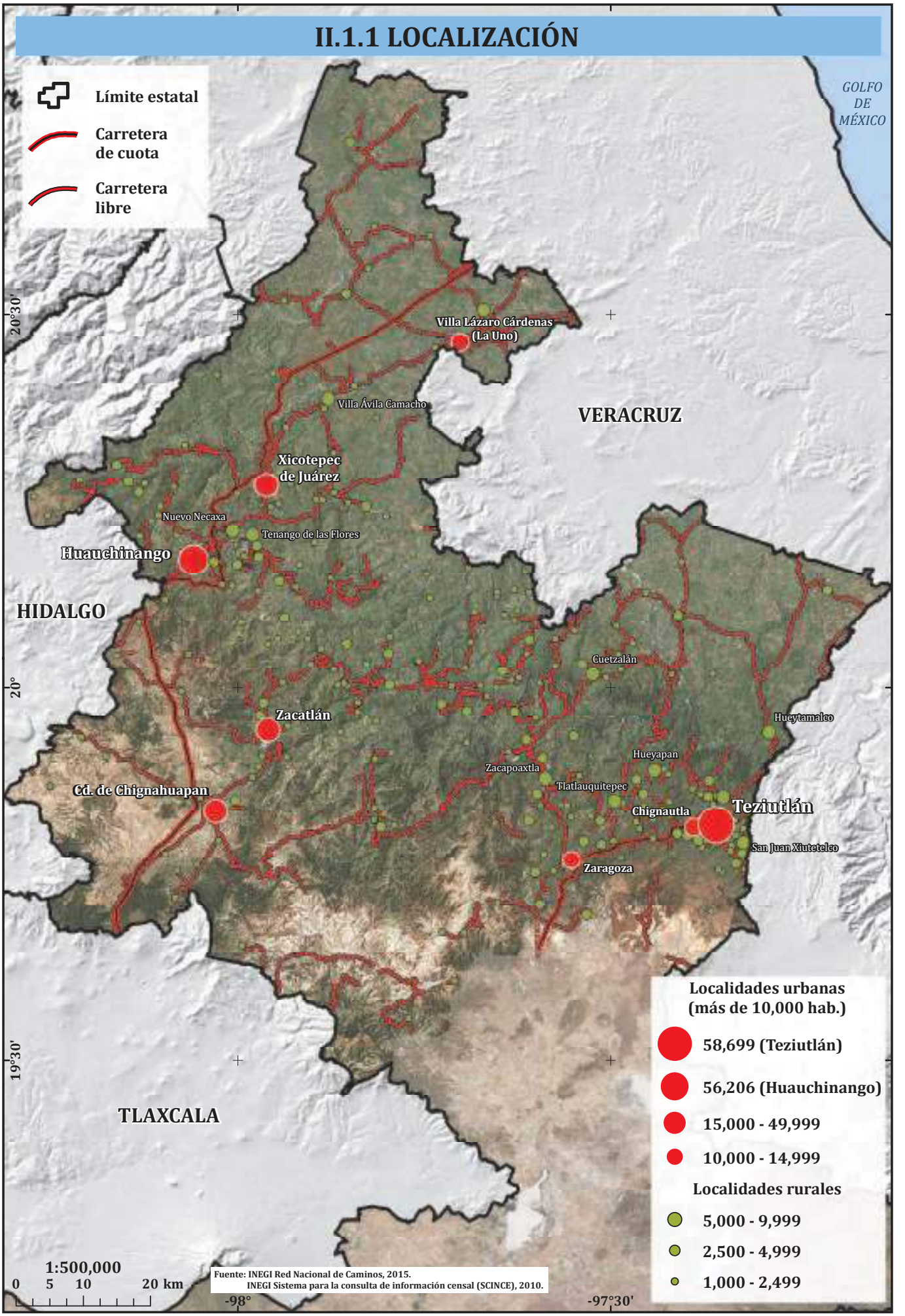
FUENTES

INEGI (2000), *Síntesis Geográfica del Estado de Puebla* [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825222949/702825222949_1.pdf].

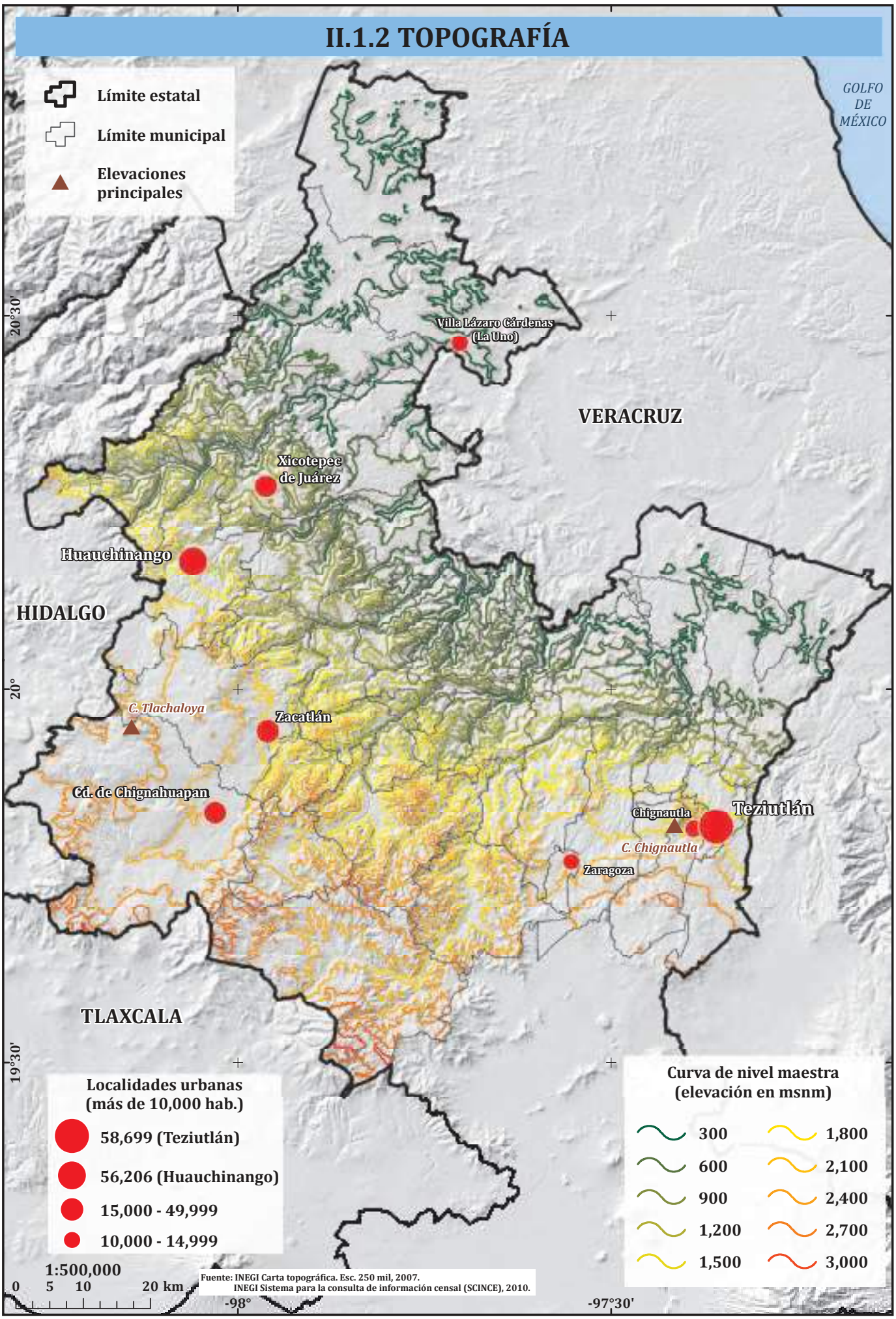
INEGI (2014), *Anuario Estadístico del estado de Puebla* [http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/PUE_ANUARIO_PDF.pdf].

CONABIO (2011), *La biodiversidad en Puebla: Estudio de Caso* [http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/BiodiversidadenPuebla.pdf]

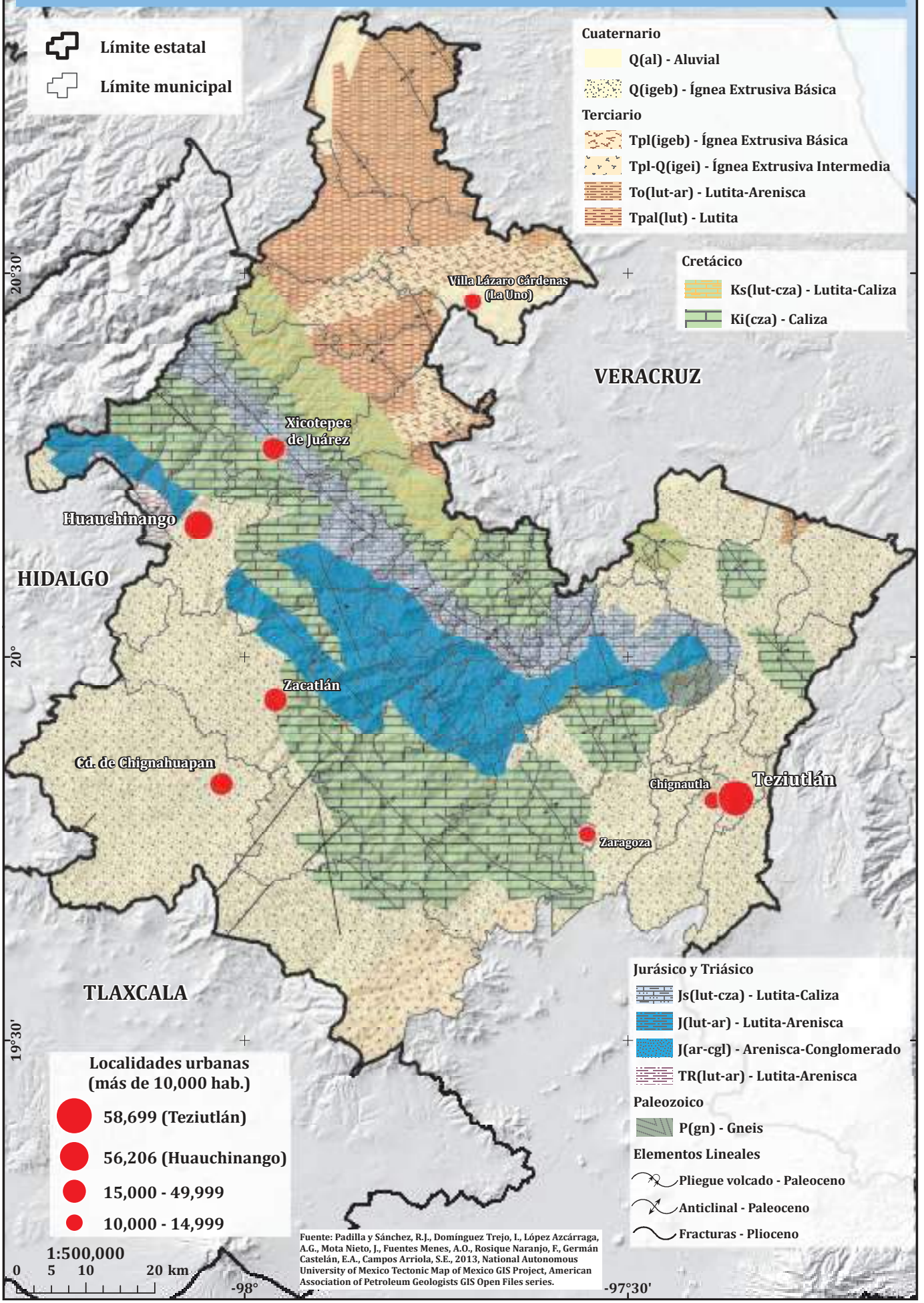
II.1.1 LOCALIZACIÓN



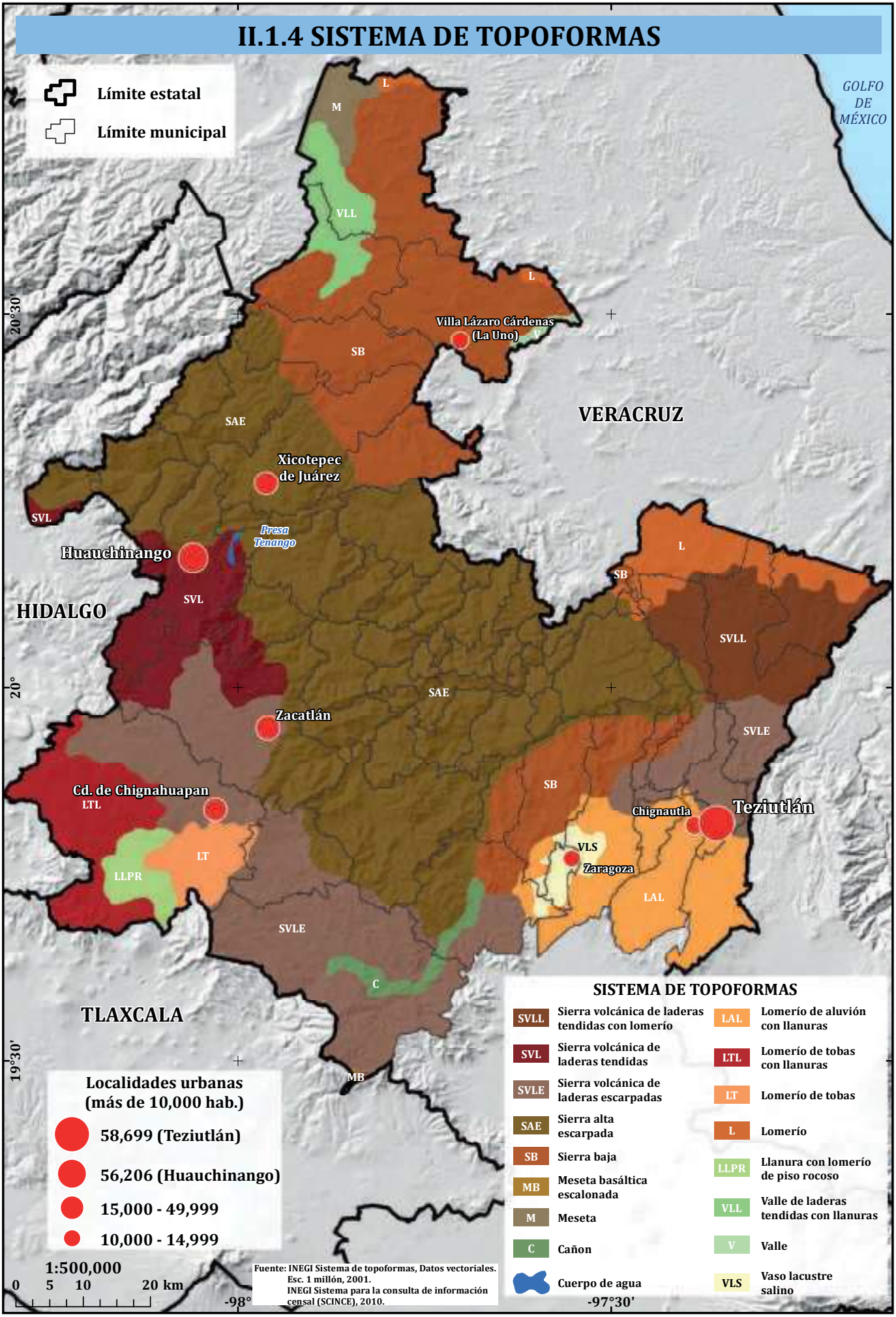
II.1.2 TOPOGRAFÍA



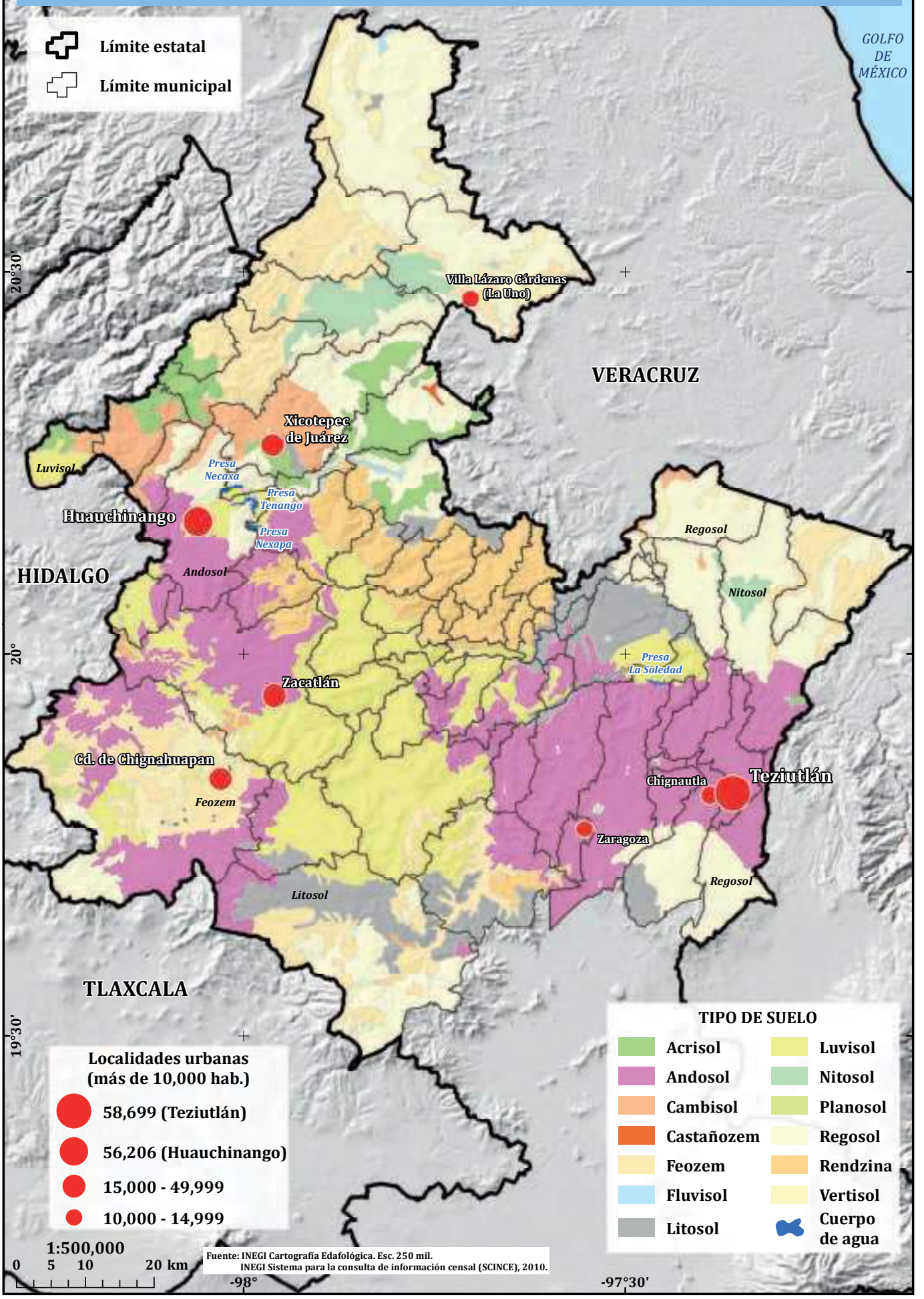
II.1.3 GEOLOGÍA



II.1.4 SISTEMA DE TOPOFORMAS

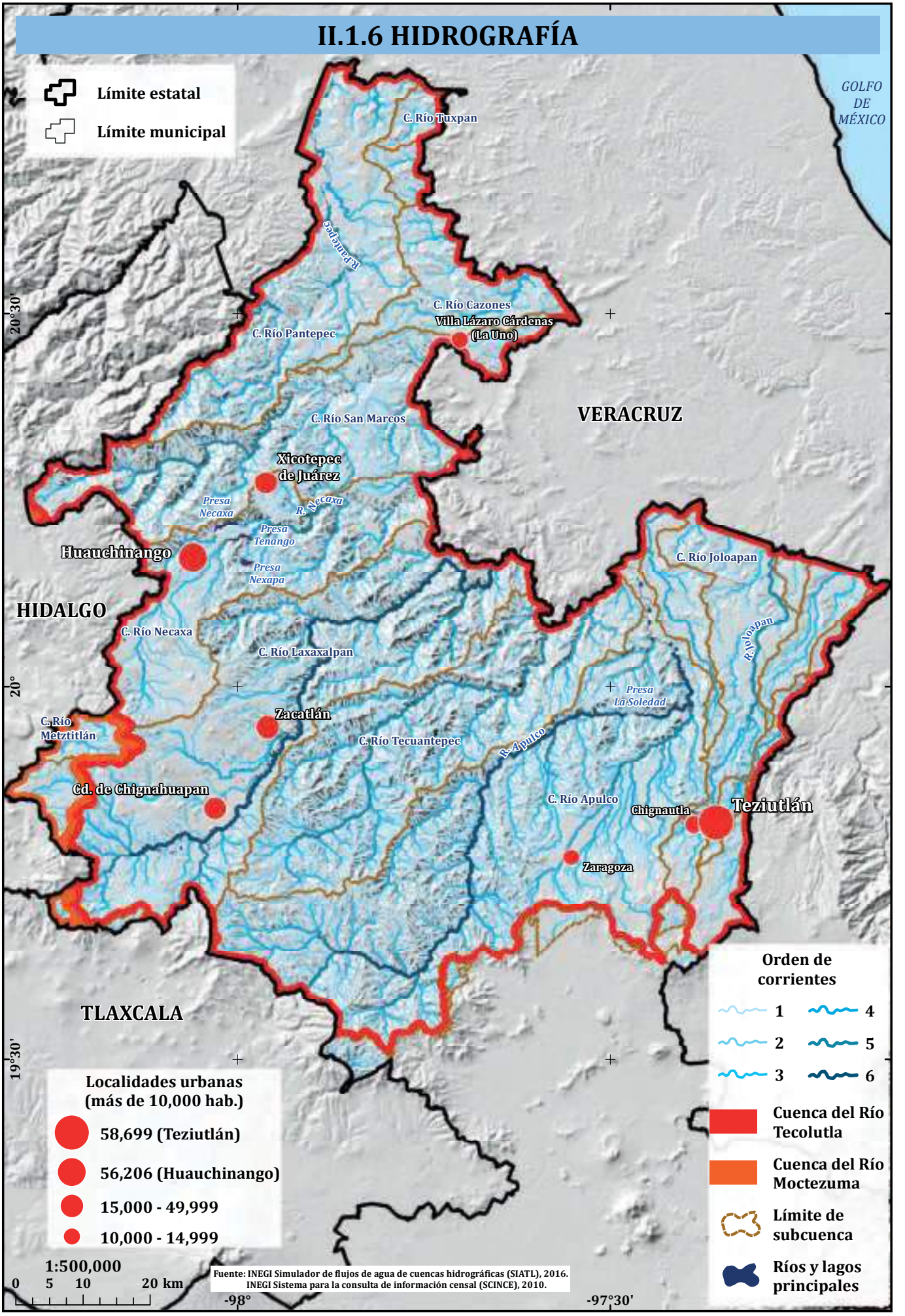


II.1.5 EDAFOLOGÍA



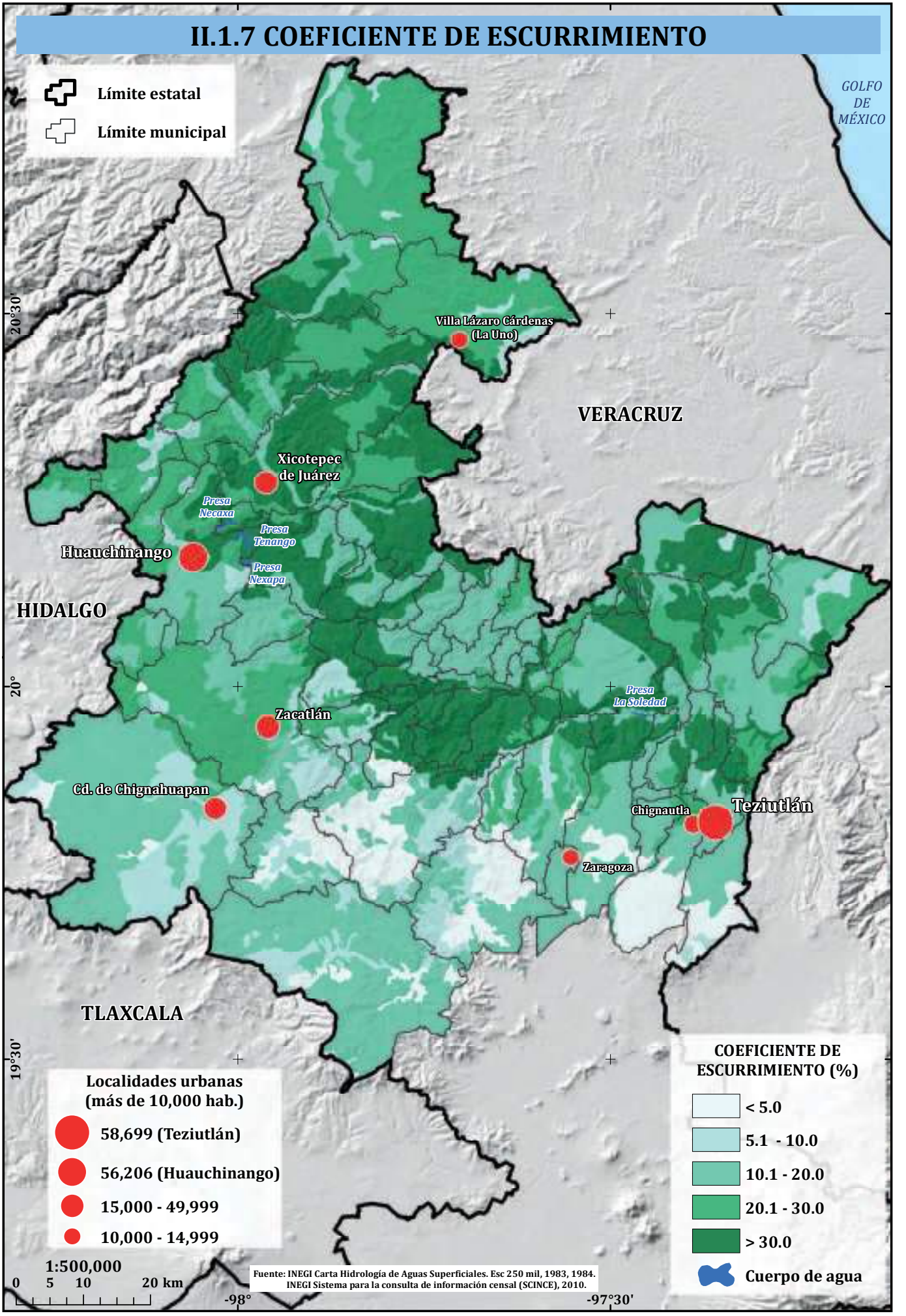
Fuente: INEGI Cartografía Edafológica. Esc. 250 mil.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

II.1.6 HIDROGRAFÍA



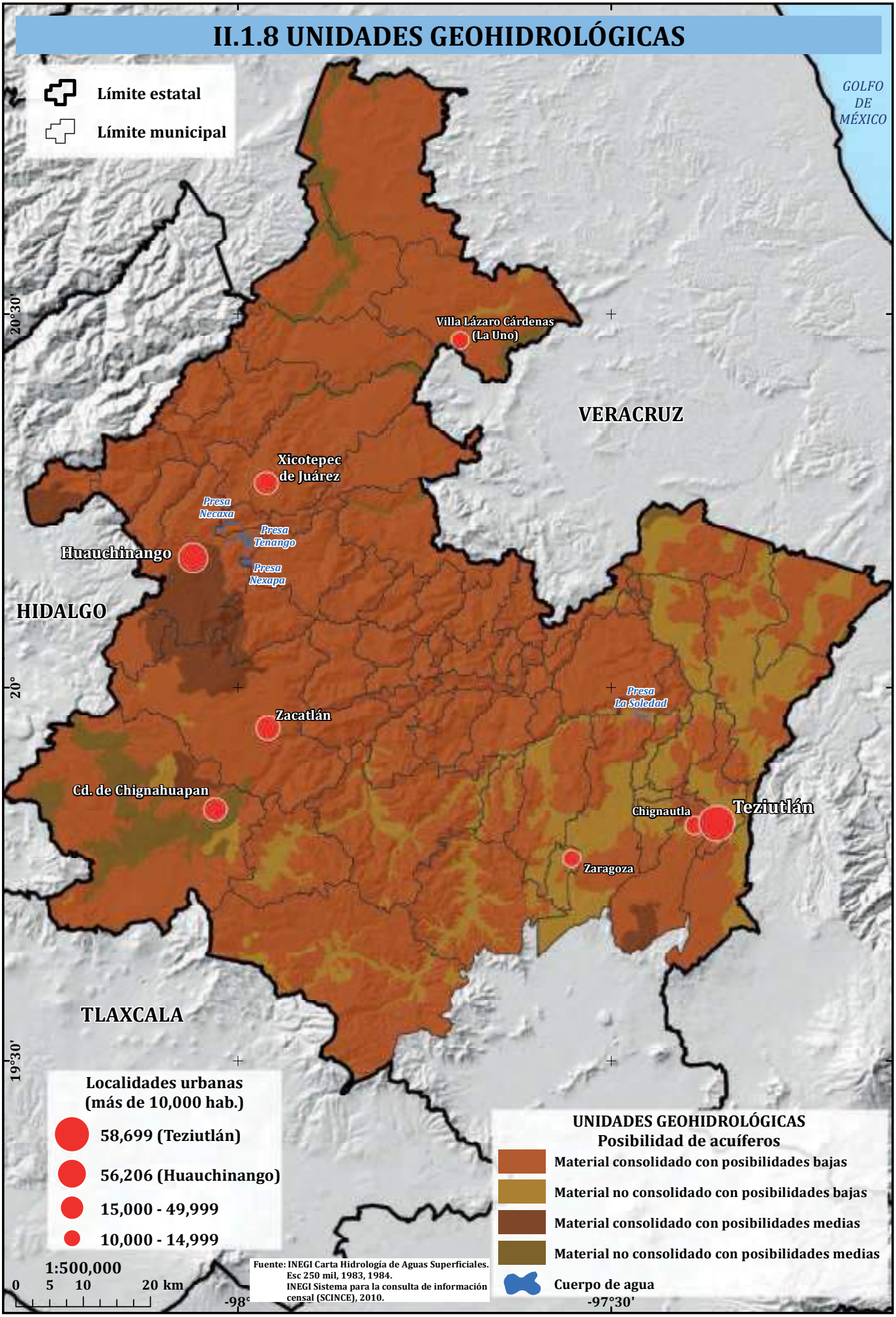
Fuente: INEGI Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas (SIATL), 2016.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

II.1.7 COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO



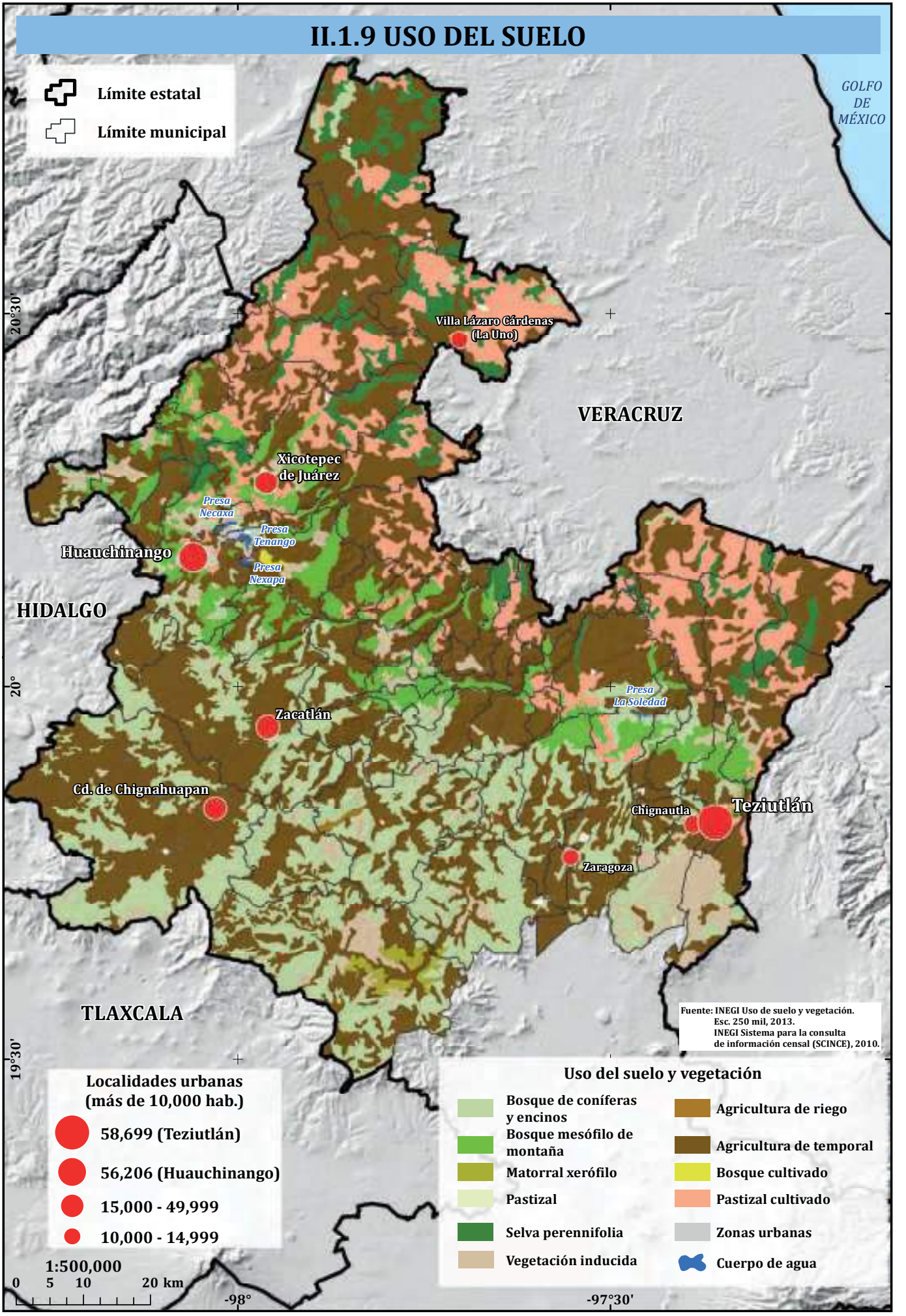
Fuente: INEGI Carta Hidrología de Aguas Superficiales. Esc 250 mil, 1983, 1984.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

II.1.8 UNIDADES GEOHIDROLÓGICAS



Fuente: INEGI Carta Hidrología de Aguas Superficiales. Esc 250 mil, 1983, 1984.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

II.1.9 USO DEL SUELO



II.2b Naturaleza II

Ricardo Garnica Peña, Atlántida Coll-Hurtado, Alejandra Maldonado Martínez e Irasema Alcántara Ayala

En la Sierra Norte de Puebla prevalecen tres grandes grupos de climas: los cálidos (A), los semi-cálidos ((A)C) y los templados (C), mapa II.2.1. Los cálidos se distribuyen principalmente en las áreas que colindan con el Estado de Veracruz en donde predominan los cálidos húmedos de los tipos Af(m) y Am(f). El primero es el más húmedo dentro de la categoría de los cálidos y, de acuerdo con Soto (2004), se caracteriza porque el mes más seco presenta por lo menos 60 mm de lluvia y su porcentaje de lluvia invernal es menor a 18%; asimismo, se presenta entre 500 y 1000 metros de altitud en laderas directamente expuestas a los vientos húmedos provenientes del Golfo de México. Por otra parte, el clima Am(f) se caracteriza por que presenta un régimen de lluvias en verano con influencia de monzón. Su porcentaje de lluvia invernal es mayor al 10% (con respecto al total anual). Este subtipo es predominante en la vertiente del Golfo de México, extendiéndose desde la costa y alcanzando hasta los 900 metros de altitud.

En la porción norte de la Sierra, hay una franja de clima del tipo Aw2, cálido subhúmedo y representa una categoría de transición entre los húmedos y subhúmedos. La cobertura vegetal en la mayoría de los casos es de selva húmeda, con algunas especies características de zonas relativamente más secas; se localiza en altitudes que van de 0 a 500 metros.

En pleno corazón de la Sierra Norte predomina el clima (A) C(fm), un semi-cálido húmedo, presenta una temperatura media anual superior a 18°C, pero con la temperatura del mes más frío inferior a 18°C. Este clima cubre los municipios centrales de la Sierra entre los que destacan Xicotepec de Juárez, Cuetzalán, Coatepec, Tlapacoya y Zapotitlán de Méndez. En Teziutlán sólo está presente en la porción norte del municipio.

Al sur de los municipios centrales de la sierra se distribuyen los climas templados (C). En esta zona se encuentran los climas C(fm), C(m), C(w2), C(w1)(w) y C(w0)(w).

El clima C(fm) se caracteriza por presentar una temperatura media anual inferior a los 18°C y por lo menos 40 mm de precipitación durante el mes más seco. Se circunscribe a una franja que va desde Huauchinango hasta la porción central de Teziutlán en donde prácticamente domina.

El clima C(m) presenta una precipitación menor a 40 mm en el mes más seco y el porcentaje de lluvia invernal está en un rango entre 5 y 10 mm con respecto a la anual. Este tipo de clima se distribuye desde Ahuazotepec y cruza por Zacatlán y Tetela de Ocampo hasta llegar al sur de Teziutlán. Es un clima en el que la temperatura del mes más frío se encuentra entre los -3 y 18°C.

Una pequeña franja que va de Ahuazotepec a Xiutetelco corresponde al clima C(w2), un templado subhúmedo (aunque es el más húmedo de este grupo) que se caracteriza por precipitaciones menores a 40 mm para el mes más seco. Es un clima más húmedo que los climas C(w1)(w) y C(w0)(w).

Finalmente, el clima C(w1)(w) está ampliamente distribuido en la porción sur de la Sierra Norte de Puebla. Prácticamente es el clima predominante en los municipios de Chignahuapan, Aquixtla e Ixtacamaxtitlán. Es una zona en donde la lluvia invernal es menor del 5% y el promedio anual está por debajo de los 800 mm. En lo que se refiere a la temperatura la mínima puede estar por debajo de los 6°C y la máxima entre 20 y 22°C.

Al igual que ocurre con los centros de población de la Sierra Norte de Puebla, las estaciones meteorológicas que están en funcionamiento se encuentran muy dispersas, como se puede apreciar en el mapa II.2.2. Uno de los principales problemas de las estaciones es que la mayoría no cuentan con registros completos e incluso algunas son tan recientes que no cubren más de 20 años de información.

Las estaciones se concentran en las proximidades de las principales zonas urbanas de la Sierra Norte de Puebla, tal es el caso de Huauchinango, Villa Lázaro Cárdenas, Zacatlán, Zaragoza y Teziutlán. Tanto al poniente, norte y oriente de la Sierra hay un gran distanciamiento entre estaciones meteorológicas, lo cual hace difícil poder estimar la temperatura y precipitación en aquellas zonas que no cuentan con una estación cercana. La zona centro de la Sierra presenta las mismas condiciones. Los valores más altos de precipitación se presentan en los municipios de esta zona centro; sin embargo, la cobertura de estaciones es mínima. Lo anterior representa un problema delicado ya que impide contar con datos precisos en torno a la cantidad de precipitación que puede detonar los procesos de remoción en masa.

En el caso del municipio de Teziutlán, este cuenta con dos estaciones activas, además de estar rodeada por otras seis; sin embargo, estás se encuentran a más de 5 km de la cabecera municipal.

De acuerdo a datos de la Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales (UNIATMOS) en la Sierra Norte de Puebla se pueden observar dos grandes zonas de temperaturas promedio, la primera está en el sur donde predominan las temperaturas menores a 17°C y la segunda también localizada en el sur donde los valores mayores a 18°C se presentan con mayor regularidad en el año. Esto está muy relacionado con la distribución de los climas cálidos húmedos y cálidos subhúmedos los cuales se encuentran en la zona norte y, los templados, en la zona sur de la Sierra. En el municipio de Teziutlán predominan las temperaturas entre los 15 y 17°C en su porción central, mientras que estas aumentan al norte del municipio y descienden aún más al sur del mismo (mapa II.2.3a). Las temperaturas mínimas en el sur de la Sierra Norte de Puebla tienden a ser menores a 8°C, mientras que en la porción norte son mayores a 10°C e incluso en las zonas cálidas pueden ser mayores a 18°C en el mes más frío del año. Los municipios de Chignahuapan, Aquixtla e Ixtacamaxtitlán presentan los valores más bajos en cuanto a temperatura mínima, así como las zonas altas de la caldera de Los Humeros (mapa II.2.3b).

Por último, los valores más altos de temperatura se registran en el norte donde podemos observar que municipios tales como Francisco Z. Mena, Pantepec, Venustiano Carranza, Tenampulco y Acateno presentan temperaturas máximas que sobrepasan los 28°C en el periodo más cálido. En la porción central las temperaturas son cercanas a los 24°C y al sur de la sierra los valores tienden a ser menores a 20°C, salvo en el municipio de Ixtacamaxtitlán que puede llegar a alcanzar los 24°C en la porción central de ese municipio. En Teziutlán, en general, la temperatura máxima predominante es de 20 a 22°C (mapa II.2.3c).

Como se ha mencionado, las condiciones del terreno y la zona donde se ubica la Sierra Norte de Puebla determinan en gran medida tanto sus características climatológicas como las de la precipitación. Como puede verse en el mapa II.2.4.a la porción central de la Sierra concentra la mayor cantidad de precipitación anual (lo que tiene gran relación con la ocurrencia anual de procesos de remoción en masa), teniendo registros promedio mayores a 2000 mm anuales. Los municipios de Cuetzalán, Tlatlauquitepec y Jonotla presentan los mayores registros de precipitación media anual de la zona a diferencia de Chignahuapan, Ixtacamxtitlán, Aquixtla y Zautla donde la precipitación puede ser menor a los 800 mm. Teziutlán, por su parte, presenta valores de precipitación que van desde los 1200 a más de 3200 mm en su porción norte, esto hace que prácticamente el municipio se localice en una franja de gran precipitación lo que conlleva que exista una mayor probabilidad de ocurrencia de procesos de remoción en masa.

Así como la precipitación anual es importante para analizar la probabilidad de la ocurrencia de los procesos de remoción de masa, también es importante analizar las condiciones de las lluvias en los dos meses más lluviosos de la región, septiembre y octubre. En el noveno mes del año las condiciones anuales no cambian radicalmente, se mantiene la porción central de la Sierra como la más lluviosa en este periodo del año alcanzando valores de lluvia mayores a 280 mm mensual. Los municipios de Cuetzalan, Tlatlauquitepec y Jolotla pueden llegar a alcanzar más de 600 mm en este periodo lo que representa una sexta parte de lo que llueve en todo el año, aunque en ocasiones este valor puede llegar a rebasarse (como ha ocurrido en algunos años cuyo ejemplo se verá más adelante). El promedio de lluvia en septiembre para el municipio de Teziutlán

ronda los 350 a 490 mm, dato relevante para las cuestiones de inestabilidad de laderas en la zona (mapa II.2.4b).

El mes de octubre presenta valores promedio más bajos que septiembre; sin embargo, ha habido ocasiones en que las lluvias han rebasado, por mucho, los valores promedio; ejemplo de esto fue lo ocurrido en la primer semana del mes en el año de 1999 (mapa II.2.4c). Teziutlán presenta un promedio mayor a los 240 mm pero este valor se ha visto rebasado debido a la ocurrencia de eventos ciclónicos de gran relevancia (1955, 1999, 2005, 2007, 2013).

Como se ha mencionado en otros apartados de esta obra, los eventos ciclónicos tienen gran relevancia en la Sierra. De acuerdo con registros de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) la Sierra Norte de Puebla estuvo expuesta a diferentes eventos que han incrementado considerablemente los registros de precipitación en la zona y esto se ha visto reflejado en la ocurrencia de inundaciones e inestabilidad de laderas. Como puede verse en el mapa de eventos ciclónicos de 1887 a 2013 (mapa II.2.5a), más de una docena de eventos importantes han cruzado la Sierra y han dejado grandes cantidad de precipitación, entre los más importantes tenemos el ocurrido en 1955, el cual entró como tormenta tropical por Teziutlán y se desplazó al poniente pasando por los municipios de Tlatlauquitepec, Nauzontla, Zapotitlán de Méndez, Zongozotla, Ahuacatlán, Huauchinango, Zacatlán y Ahuazotepec. Las lluvias de este evento fueron importantes y provocaron el crecimiento de los ríos, así como la ocurrencia de procesos de remoción en masa.

El evento de mayor relevancia en la Sierra Norte de Puebla fue el ocurrido en el año de 1999 cuando la depresión 11 y el frente frío No. 5 interactuaron frente a las costas del Estado de Veracruz (mapas II.2.5b y II.2.5c). Esto desató una precipitación importante en la zona y se presentaron inundaciones en prácticamente todos los ríos de la Sierra, así como centenares o miles de procesos de ladera que bloquearon caminos y dejaron incomunicadas a gran número de localidades, particularmente las del centro de la Sierra Norte.

Como puede verse en el mapa II.2.5a, la Sierra Norte está expuesta a la presencia de estos fenómenos naturales y por ende las precipitaciones en la zona están sujetas a este tipo de procesos. Esta situación hace relevante los estudios de inestabilidad de laderas desencadenadas por precipitación en los municipios que componen a la Sierra, en particular aquellos en donde las condiciones sociales generan situaciones de vulnerabilidad ya que la población no puede hacer frente a los desastres derivados de los riesgos presentes en la región norte del Estado de Puebla.

De acuerdo con los mapas II.2.5b y II.2.5c las lluvias de finales de septiembre y principios de octubre se concentraron en la porción centro-oriente de la sierra abarcando municipios como Coatepec, Camocuautla, Hueytlalpan, Zapotitlán de Méndez, Zongozotla, Zoquiapan, Cuetzalan, Tlatlauquitepec, Jonotla, Hueytamalco y Teziutlán, por mencionar algunos. Muchos de estos municipios presentaron valores altos de precipitación durante el mes de septiembre, sin embargo, es importante aclarar que las lluvias de ese mes se concentraron a finales de mes y se fueron extendiendo hasta la primer semana de octubre, dando lugar a lluvias intensas en un periodo de aproximadamente 15 días. Como puede verse en el mapa correspondiente al mes de octubre, las lluvias se concentraron en los municipios arriba mencionados y, si a este mes se le suma lo del mes de septiembre, podríamos suponer que la cantidad de lluvia en los dos meses fue la tercera parte de lo que llueve en promedio de todo un año (1200 mm aproximadamente). Esta lluvia saturó los suelos de la región dando lugar a un mayor escurrimiento y también a la ocurrencia de deslizamientos de tierra y flujos de lodo. Este año ha sido uno de los más importantes en cuanto a desastres que incluso se le llamó el desastre de la década, y ha sido analizado y estudiado desde diferentes ámbitos de las ciencias tanto sociales como naturales.

Gracias a los datos del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE) fue posible construir el mapa II.2.5d. Este mapa muestra la distribución de la precipitación asociada al huracán Stan: las lluvias se concentraron en la porción central de la Sierra, principalmente en los municipios de Zacapoaxtla, Tlatlauquitepec, Cuetzalan, Jonotla, Huehuetla, Zoquiapan, Nauzontla y Zapotitlán de Méndez entre otros. Las lluvias fueron mayores a los 130 mm en el periodo mostrado en el mapa; sin embargo, esto no fue suficiente para generar las mismas condiciones que se presentaron en 1999, es decir, el huracán Stan no tuvo el mismo impacto en la Sierra como sí lo tuvo en otras regiones del país.

En el año 2013 hubo otro evento importante, los huracanes Ingrid y Manuel ocurrieron casi al mismo tiempo, tanto en el Océano Pacífico como en el Golfo de México; los estragos más relevantes se presentaron en los Estados de Guerrero y Oaxaca. La región norte de Puebla presentó lluvias mayores a 150 mm en su porción oriental en los municipios de Acateno y Hueytamalco, mapa II.2.5e, hubo registros de caminos bloqueados por procesos de remoción en masa; sin embargo, el impacto no fue tan relevante e incluso se puede decir que el evento Ingrid-Manuel pasó desapercibido para la población de la Sierra, acostumbrada a eventos de precipitación fuerte e intensa.

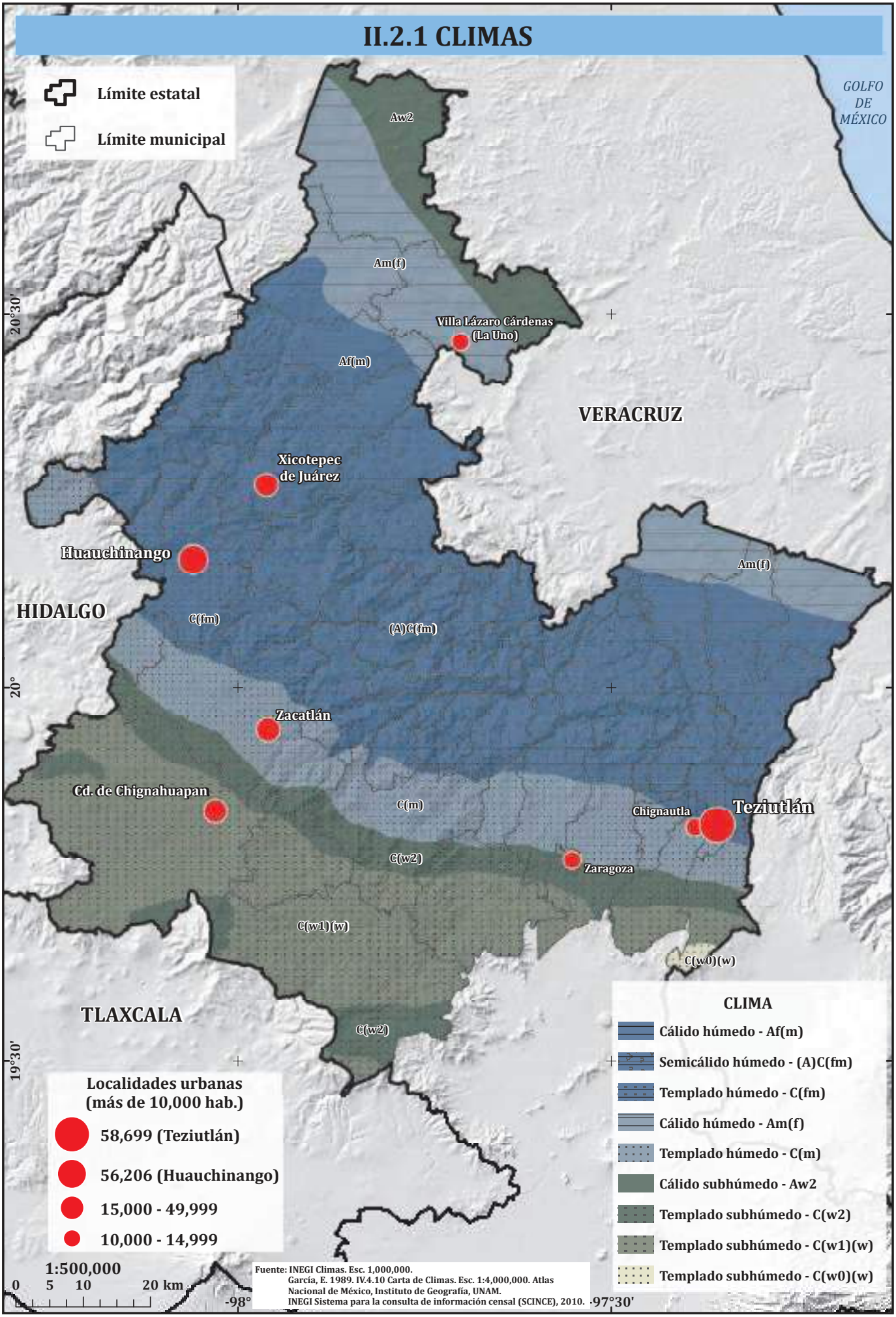
FUENTES

CICESE (Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada). CLICOM SMN *Malla*. http://clicom-mex.cicese.mx.

Soto M. 2004. El Clima. En: Guevara, S., J. Laborde, & G. Sánchez-Ríos. (eds.) (2004). *Los Tuxtlas. El Paisaje de la Sierra*. Instituto de Ecología, A. C., Unión Europea. Xalapa, Ver., 288 pp.

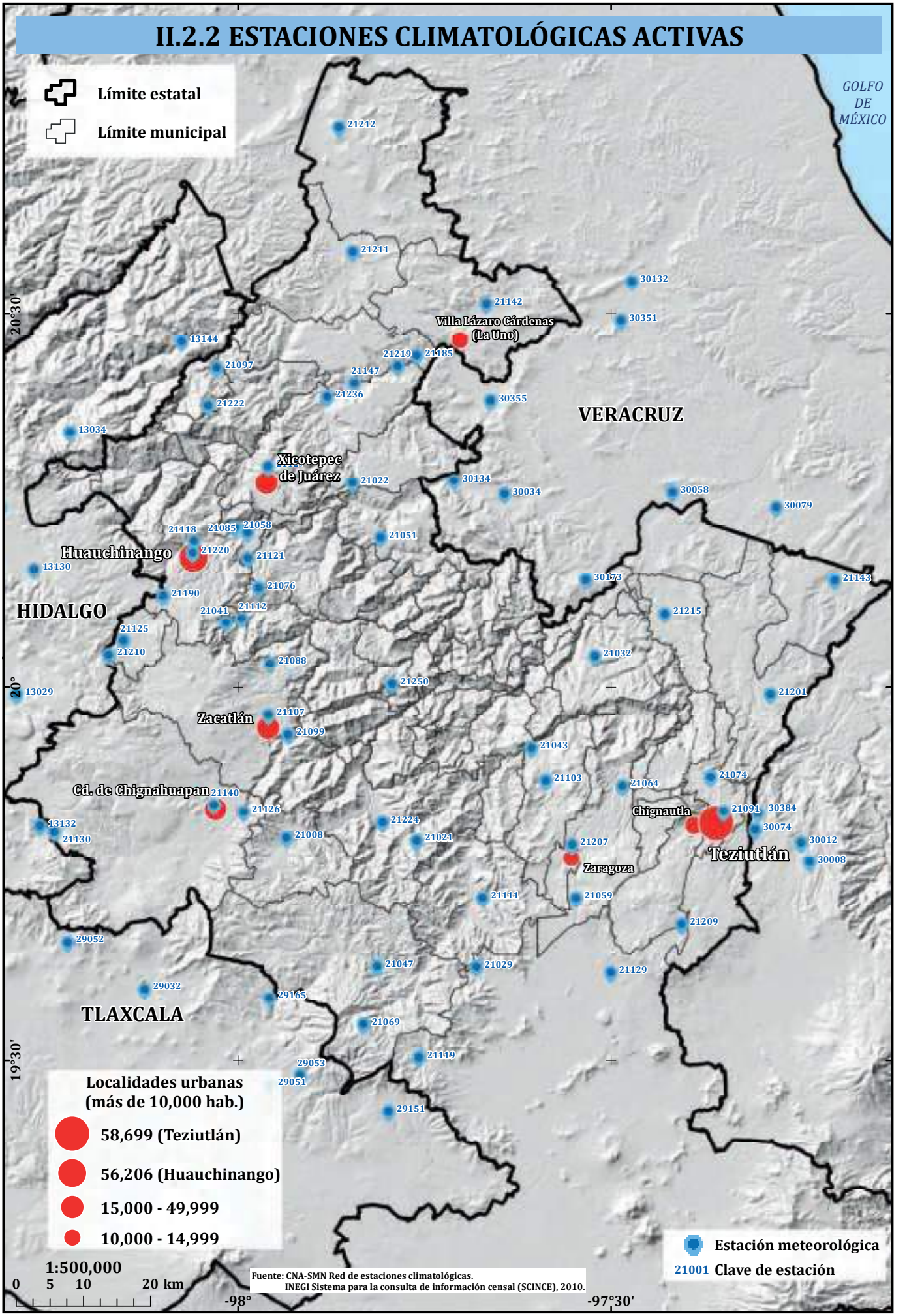
Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales (UNIATMOS). *Atlas Climático Digital de México*. http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/ACDM/

II.2.1 CLIMAS

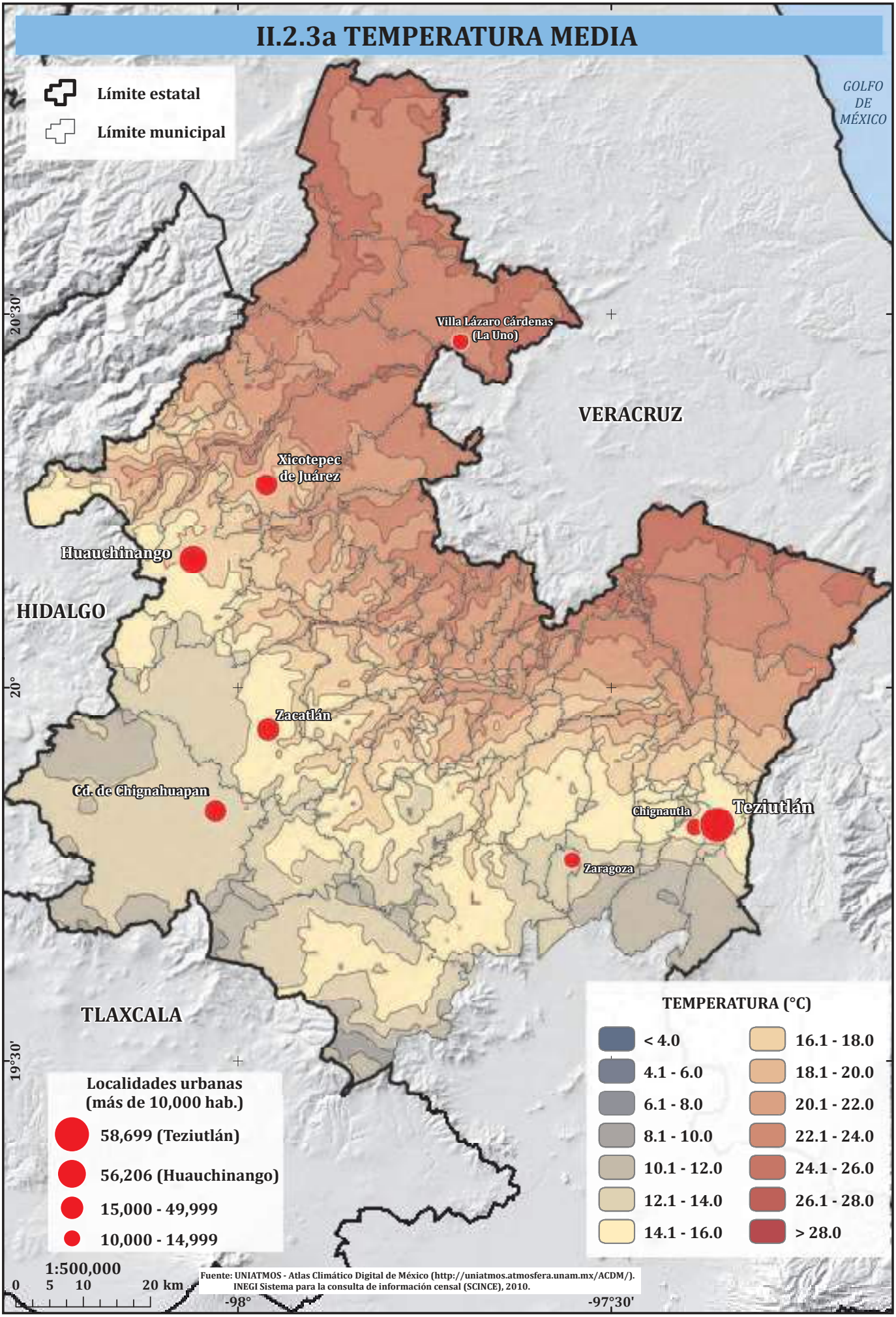


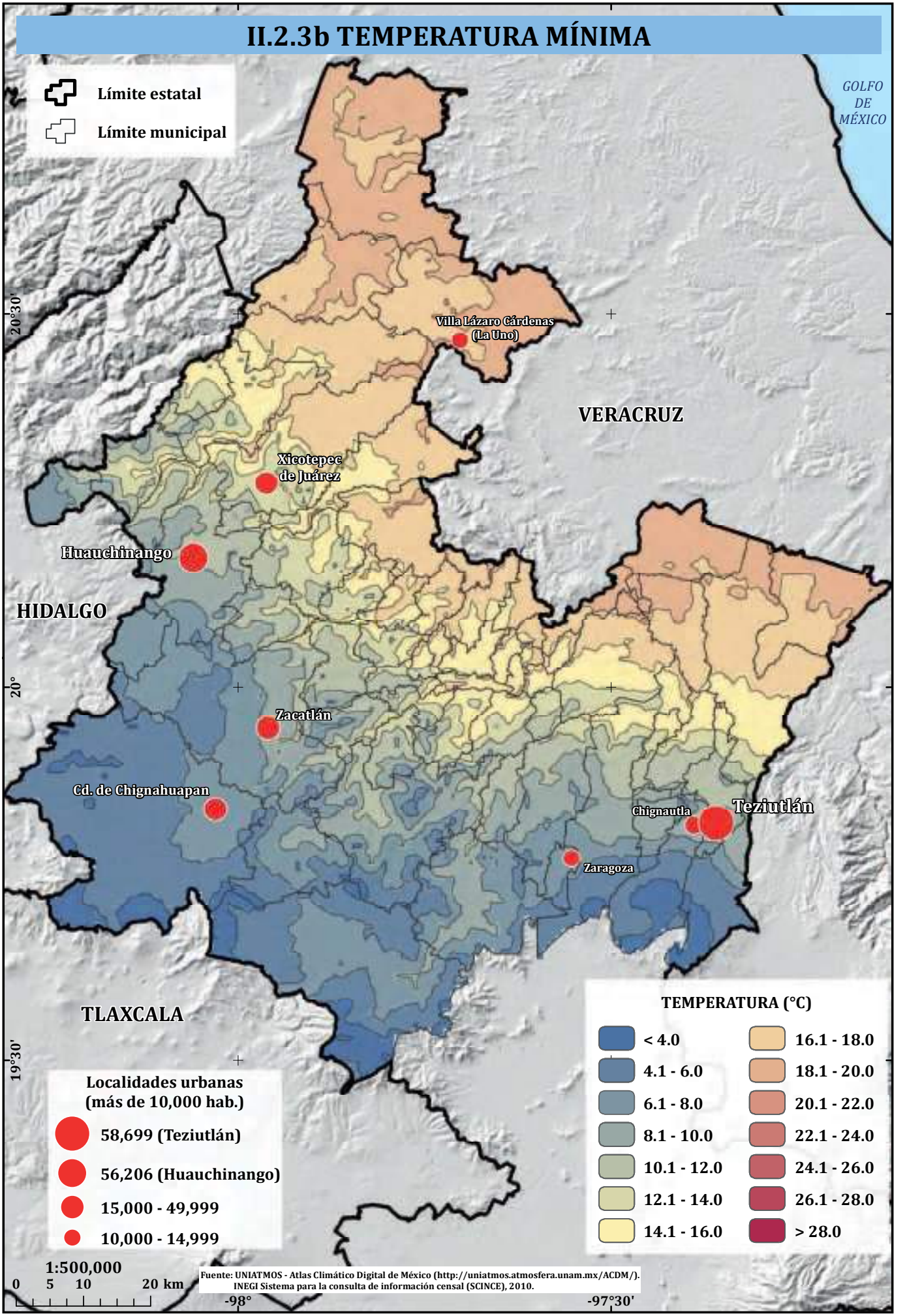
Fuente: INEGI Climas. Esc. 1,000,000.
García, E. 1989. IV.4.10 Carta de Climas. Esc. 1:4,000,000. Atlas Nacional de México, Instituto de Geografía, UNAM.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

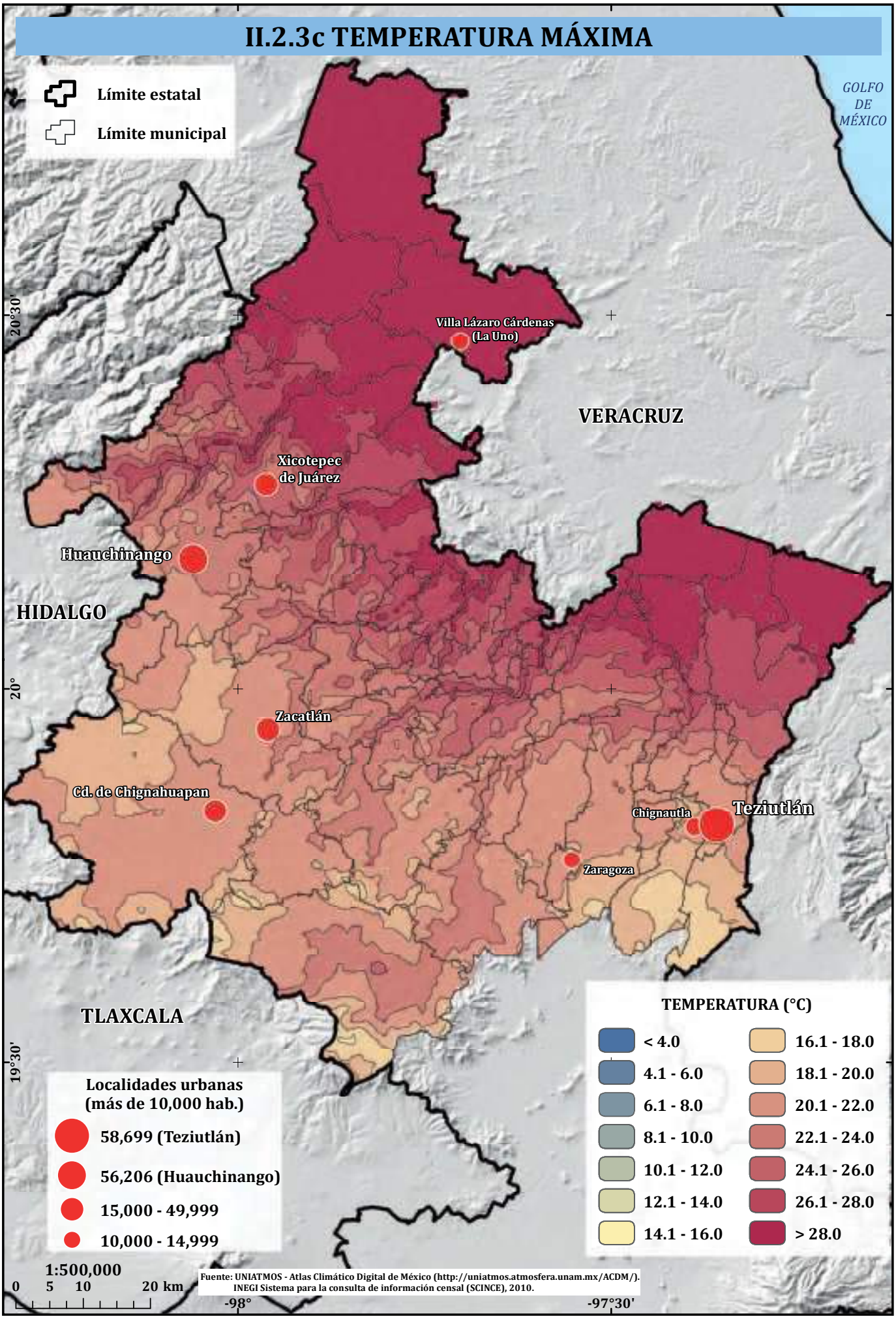
II.2.2 ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS ACTIVAS

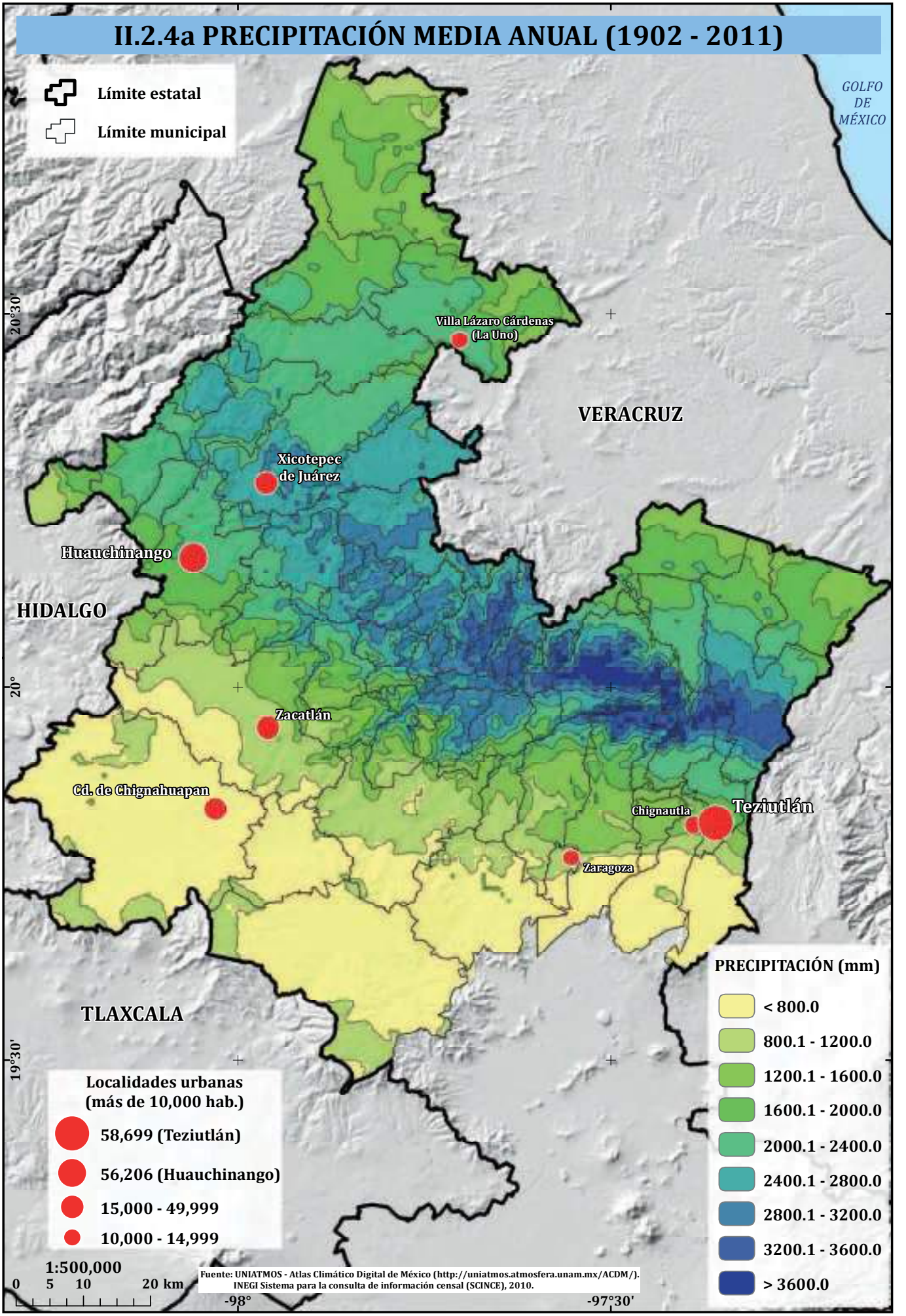


Fuente: CNA-SMN Red de estaciones climatológicas.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

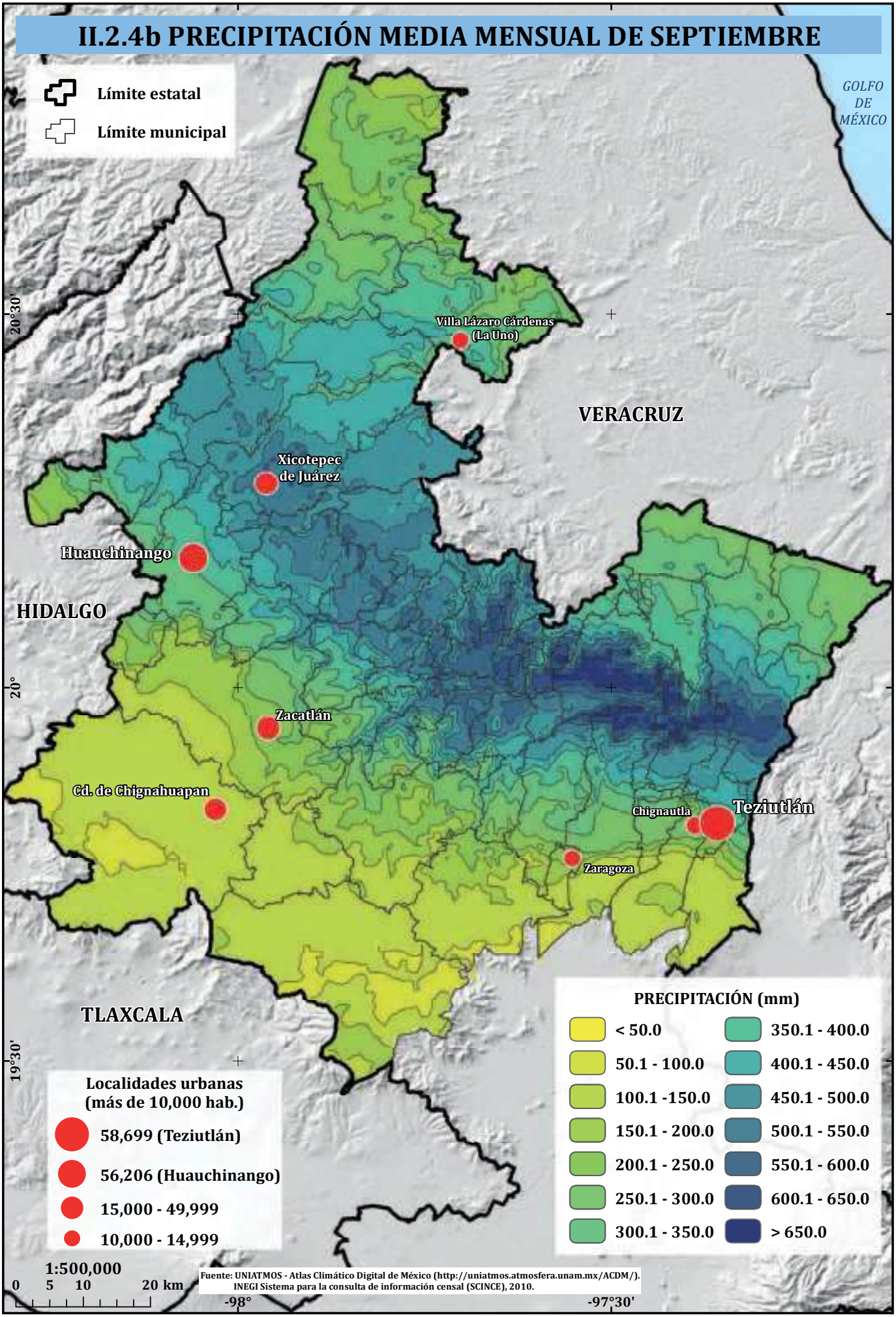

II.2.3a TEMPERATURA MEDIA
Límite estatal
Límite municipal
GOLFO DE MÉXICO
VERACRUZ
HIDALGO
TLAXCALA
Villa Lázaro Cárdenas (La Uno)
Xicotepec de Juárez
Huauchinango
Zacatlán
Cd. de Chignahuapan
Chignautla
Teziutlán
Zaragoza
20°30'
20°
19°30'
-98°
-97°30'
Localidades urbanas (más de 10,000 hab.)
58,699 (Teziutlán)
56,206 (Huauchinango)
15,000 - 49,999
10,000 - 14,999
TEMPERATURA (°C)
< 4.0
4.1 - 6.0
6.1 - 8.0
8.1 - 10.0
10.1 - 12.0
12.1 - 14.0
14.1 - 16.0
16.1 - 18.0
18.1 - 20.0
20.1 - 22.0
22.1 - 24.0
24.1 - 26.0
26.1 - 28.0
> 28.0
1:500,000
0 5 10 20 km
Fuente: UNIATMOS - Atlas Climático Digital de México (http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/ACDM/).
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.


II.2.3b TEMPERATURA MÍNIMA
Límite estatal
Límite municipal
GOLFO DE MÉXICO
VERACRUZ
HIDALGO
TLAXCALA
Villa Lázaro Cárdenas (La Uno)
Xicotepec de Juárez
Huauchinango
Zacatlán
Cd. de Chignahuapan
Chignautla
Teziutlán
Zaragoza
20°30'
20°
19°30'
-98°
-97°30'
Localidades urbanas (más de 10,000 hab.)
58,699 (Teziutlán)
56,206 (Huauchinango)
15,000 - 49,999
10,000 - 14,999
TEMPERATURA (°C)
< 4.0
4.1 - 6.0
6.1 - 8.0
8.1 - 10.0
10.1 - 12.0
12.1 - 14.0
14.1 - 16.0
16.1 - 18.0
18.1 - 20.0
20.1 - 22.0
22.1 - 24.0
24.1 - 26.0
26.1 - 28.0
> 28.0
1:500,000
0 5 10 20 km
Fuente: UNIATMOS - Atlas Climático Digital de México (http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/ACDM/).
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

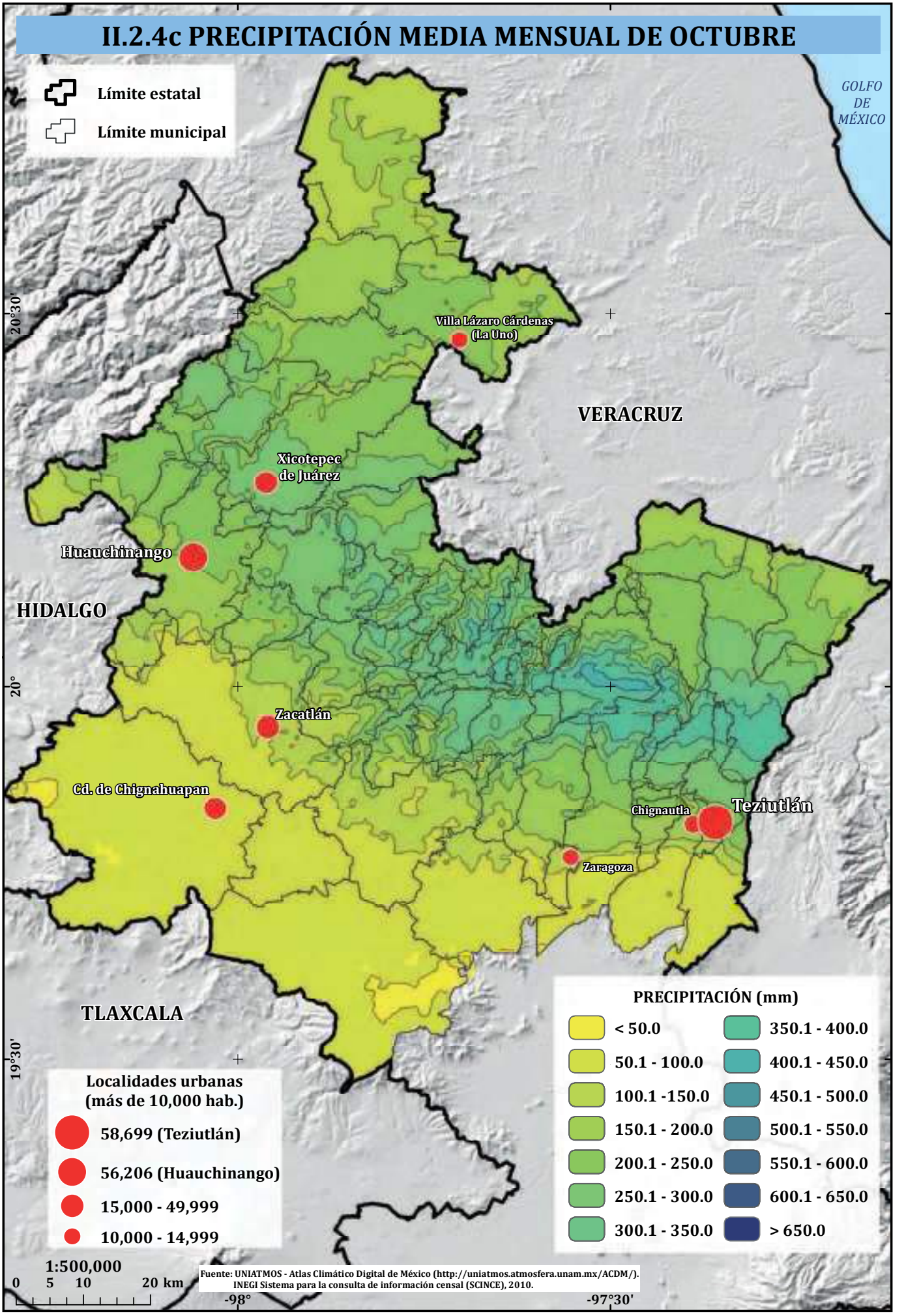

II.2.3c TEMPERATURA MÁXIMA
Límite estatal
Límite municipal
GOLFO DE MÉXICO
VERACRUZ
HIDALGO
TLAXCALA
Villa Lázaro Cárdenas (La Uno)
Xicotepec de Juárez
Huauchinango
Zacatlán
Cd. de Chignahuapan
Chignautla
Teziutlán
Zaragoza
20°30'
20°
19°30'
-98°
-97°30'
Localidades urbanas (más de 10,000 hab.)
58,699 (Teziutlán)
56,206 (Huauchinango)
15,000 - 49,999
10,000 - 14,999
TEMPERATURA (°C)
< 4.0
4.1 - 6.0
6.1 - 8.0
8.1 - 10.0
10.1 - 12.0
12.1 - 14.0
14.1 - 16.0
16.1 - 18.0
18.1 - 20.0
20.1 - 22.0
22.1 - 24.0
24.1 - 26.0
26.1 - 28.0
> 28.0
1:500,000
0 5 10 20 km
Fuente: UNIATMOS - Atlas Climático Digital de México (http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/ACDM/).
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

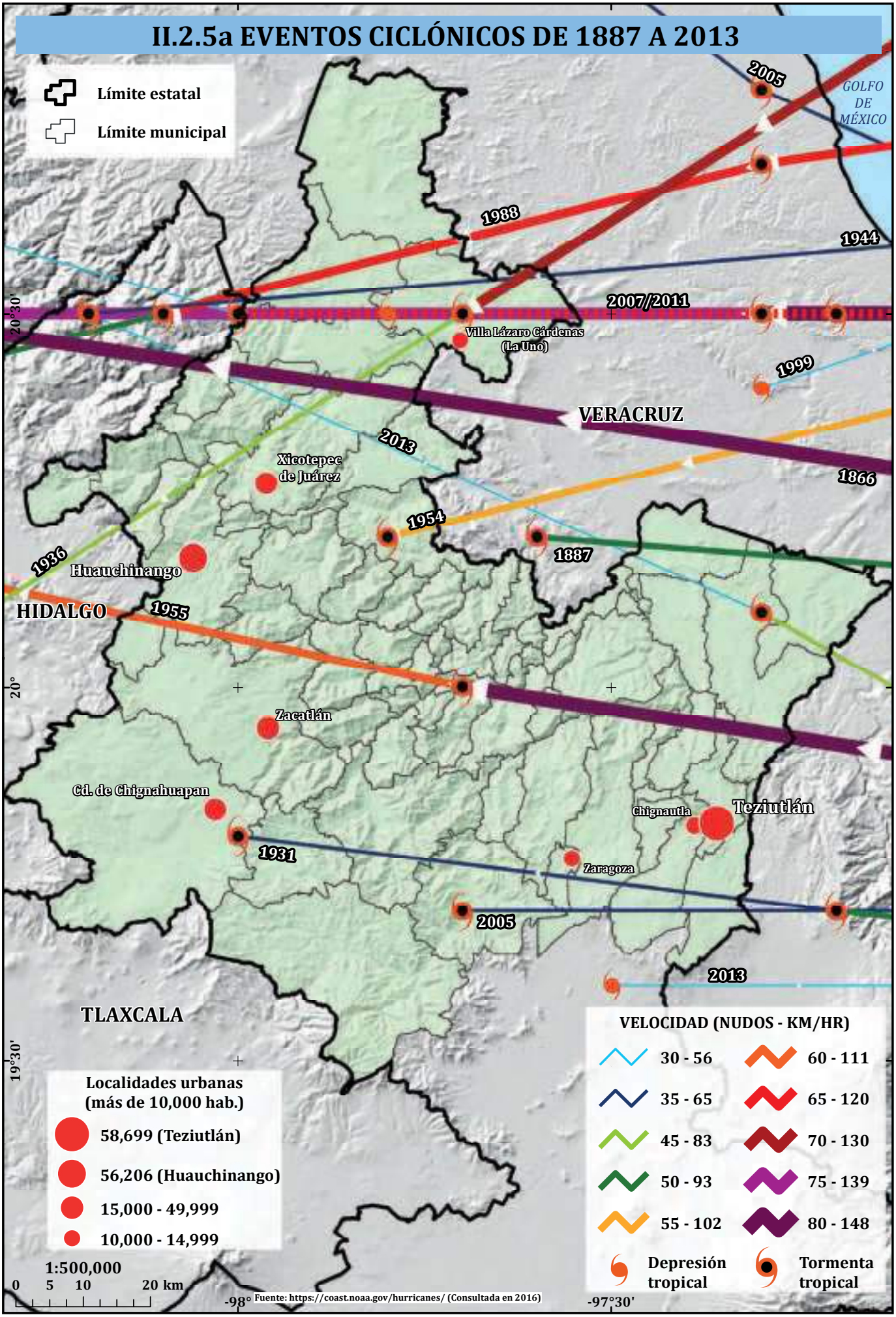

II.2.4a PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL (1902 - 2011)
Límite estatal
Límite municipal
GOLFO DE MÉXICO
VERACRUZ
HIDALGO
TLAXCALA
Villa Lázaro Cárdenas (La Uno)
Xicotepec de Juárez
Huauchinango
Zacatlán
Cd. de Chignahuapan
Chignautla
Teziutlán
Zaragoza
20°30'
20°
19°30'
-98°
-97°30'
Localidades urbanas (más de 10,000 hab.)
58,699 (Teziutlán)
56,206 (Huauchinango)
15,000 - 49,999
10,000 - 14,999
1:500,000
0 5 10 20 km
Fuente: UNIATMOS - Atlas Climático Digital de México (http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/ACDM/).
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.
PRECIPITACIÓN (mm)
< 800.0
800.1 - 1200.0
1200.1 - 1600.0
1600.1 - 2000.0
2000.1 - 2400.0
2400.1 - 2800.0
2800.1 - 3200.0
3200.1 - 3600.0
> 3600.0

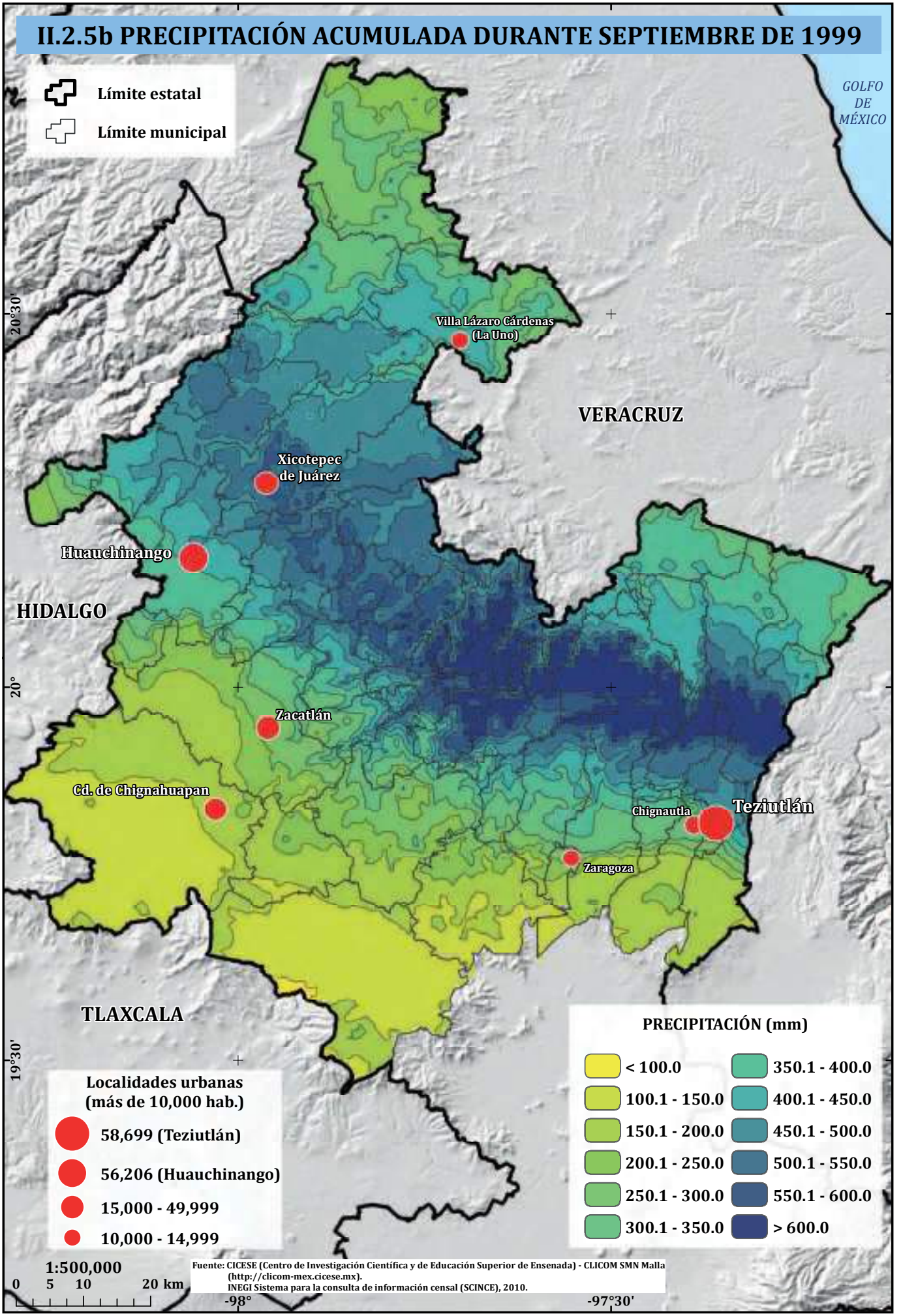
II.2.4b PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL DE SEPTIEMBRE

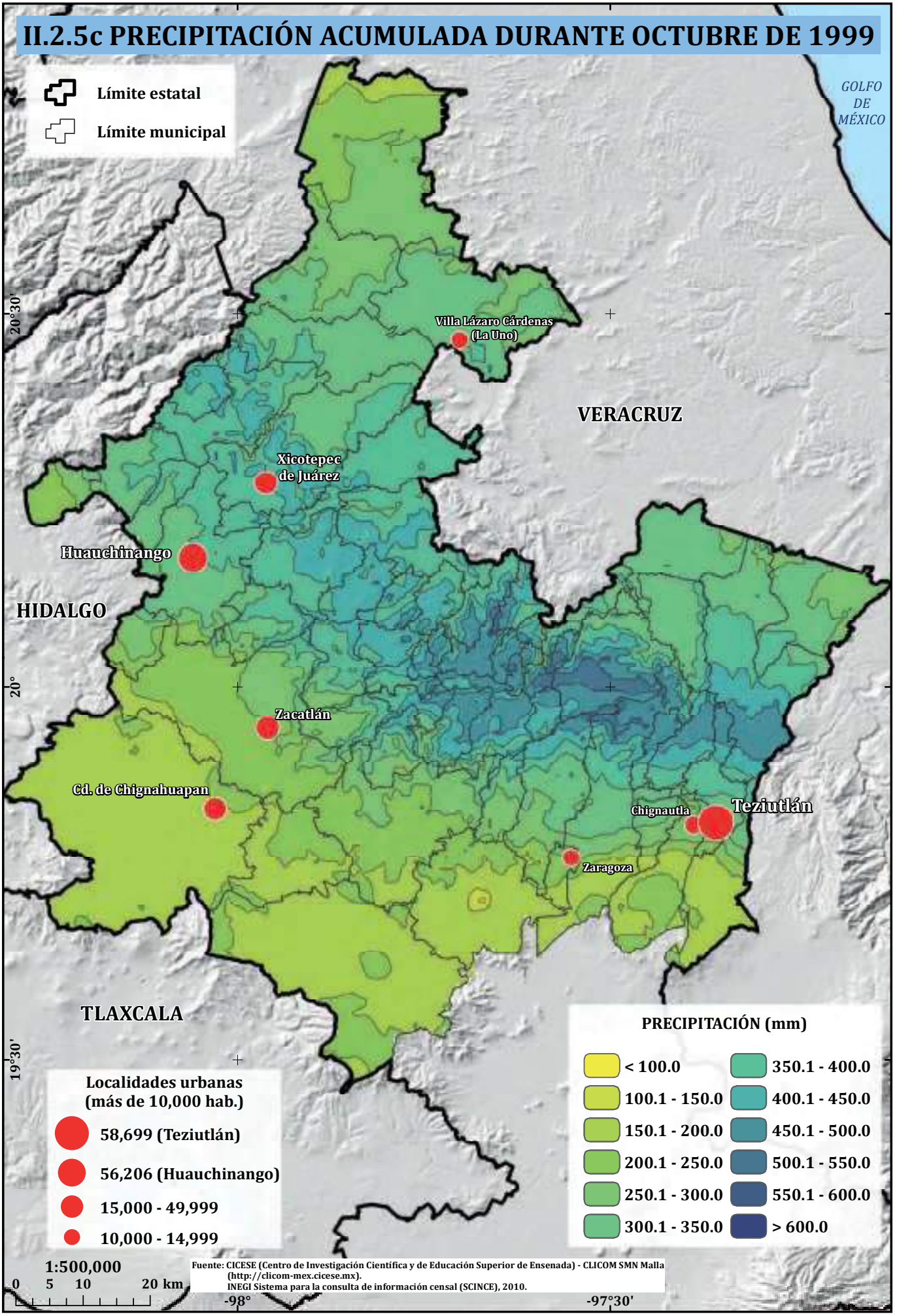


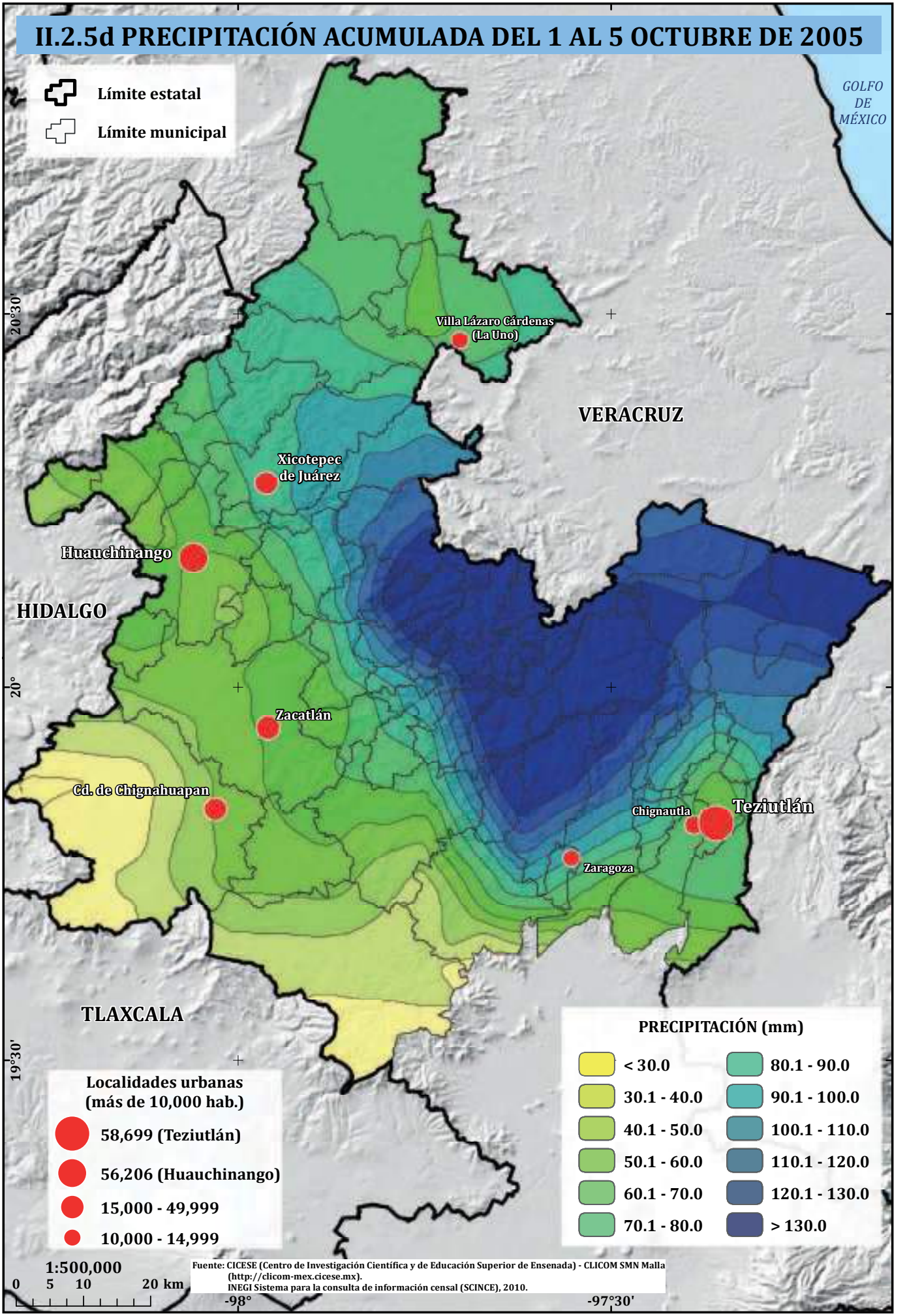
Fuente: UNIATMOS - Atlas Climático Digital de México (http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/ACDM/).
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

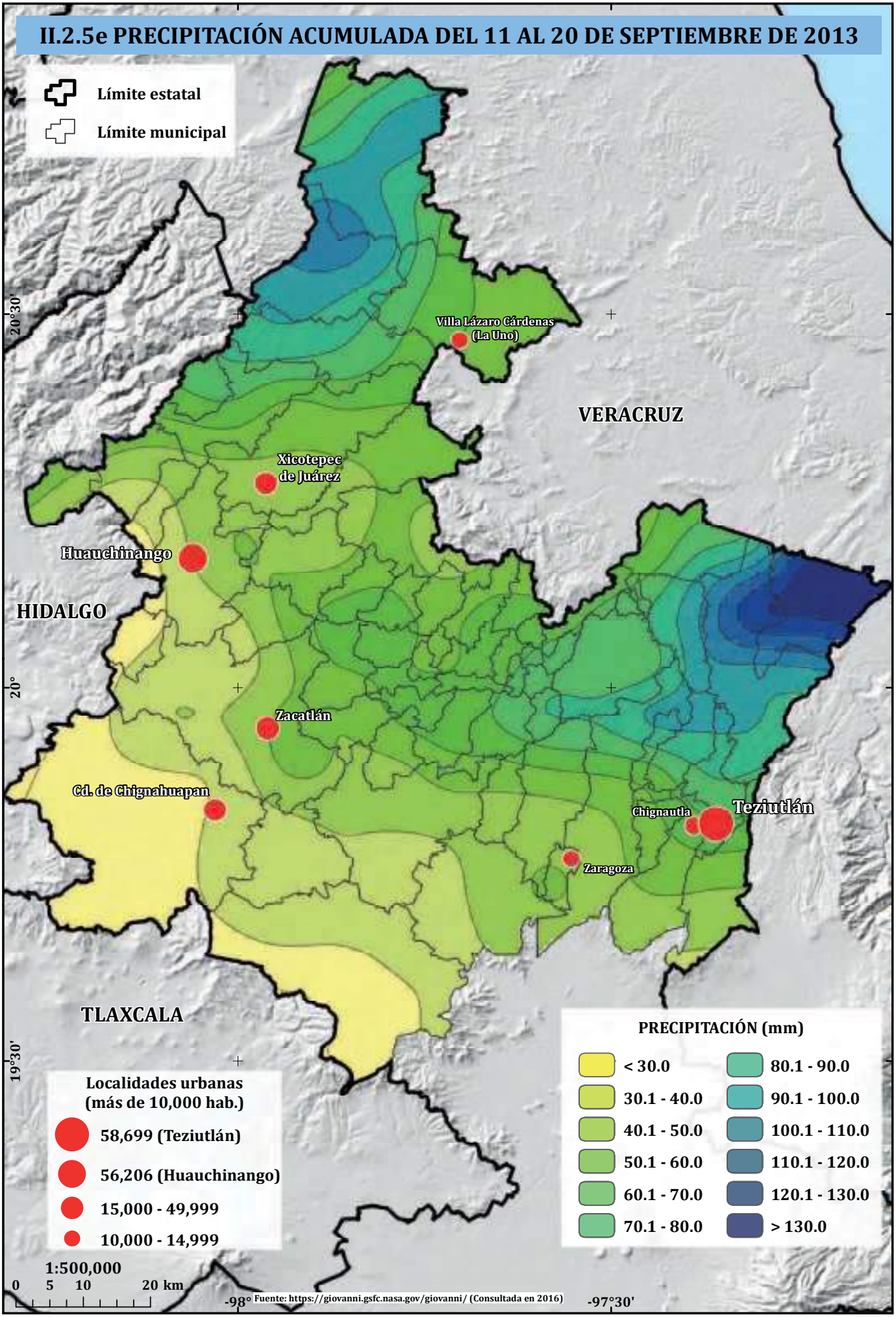

II.2.4c PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL DE OCTUBRE
Límite estatal
Límite municipal
GOLFO DE MÉXICO
VERACRUZ
HIDALGO
TLAXCALA
Villa Lázaro Cárdenas (La Uno)
Xicotepec de Juárez
Huauchinango
Zacatlán
Cd. de Chignahuapan
Chignautla
Teziutlán
Zaragoza
20°30'
20°
19°30'
-98°
-97°30'
Localidades urbanas (más de 10,000 hab.)
58,699 (Teziutlán)
56,206 (Huauchinango)
15,000 - 49,999
10,000 - 14,999
PRECIPITACIÓN (mm)
< 50.0
50.1 - 100.0
100.1 -150.0
150.1 - 200.0
200.1 - 250.0
250.1 - 300.0
300.1 - 350.0
350.1 - 400.0
400.1 - 450.0
450.1 - 500.0
500.1 - 550.0
550.1 - 600.0
600.1 - 650.0
> 650.0
1:500,000
0 5 10 20 km
Fuente: UNIATMOS - Atlas Climático Digital de México (http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/ACDM/).
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.


II.2.5a EVENTOS CICLÓNICOS DE 1887 A 2013
Límite estatal
Límite municipal
GOLFO DE MÉXICO
2005
1988
1944
2007/2011
Villa Lázaro Cárdenas (La Uno)
1999
VERACRUZ
2013
Xicotepec de Juárez
1866
1954
1887
1936
Huauchinango
HIDALGO
1955
Zacatlán
Cd. de Chignahuapan
Chignautla
Teziutlán
1931
Zaragoza
2005
2013
TLAXCALA
20°30'
20°
19°30'
-98°
-97°30'
Localidades urbanas (más de 10,000 hab.)
58,699 (Teziutlán)
56,206 (Huauchinango)
15,000 - 49,999
10,000 - 14,999
1:500,000
0 5 10 20 km
VELOCIDAD (NUDOS - KM/HR)
30 - 56
35 - 65
45 - 83
50 - 93
55 - 102
60 - 111
65 - 120
70 - 130
75 - 139
80 - 148
Depresión tropical
Tormenta tropical
Fuente: https://coast.noaa.gov/hurricanes/ (Consultada en 2016)


II.2.5b PRECIPITACIÓN ACUMULADA DURANTE SEPTIEMBRE DE 1999
Límite estatal
Límite municipal
GOLFO DE MÉXICO
VERACRUZ
HIDALGO
TLAXCALA
Villa Lázaro Cárdenas (La Uno)
Xicotepec de Juárez
Huauchinango
Zacatlán
Cd. de Chignahuapan
Chignautla
Teziutlán
Zaragoza
20°30'
20°
19°30'
-98°
-97°30'
Localidades urbanas (más de 10,000 hab.)
58,699 (Teziutlán)
56,206 (Huauchinango)
15,000 - 49,999
10,000 - 14,999
PRECIPITACIÓN (mm)
< 100.0
100.1 - 150.0
150.1 - 200.0
200.1 - 250.0
250.1 - 300.0
300.1 - 350.0
350.1 - 400.0
400.1 - 450.0
450.1 - 500.0
500.1 - 550.0
550.1 - 600.0
> 600.0
1:500,000
0 5 10 20 km
Fuente: CICESE (Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada) - CLICOM SMN Malla (http://clicom-mex.cicese.mx).
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.


II.2.5c PRECIPITACIÓN ACUMULADA DURANTE OCTUBRE DE 1999
Límite estatal
Límite municipal
GOLFO DE MÉXICO
VERACRUZ
HIDALGO
TLAXCALA
Villa Lázaro Cárdenas (La Uno)
Xicotepec de Juárez
Huauchinango
Zacatlán
Cd. de Chignahuapan
Chignautla
Teziutlán
Zaragoza
20°30'
20°
19°30'
-98°
-97°30'
Localidades urbanas (más de 10,000 hab.)
58,699 (Teziutlán)
56,206 (Huauchinango)
15,000 - 49,999
10,000 - 14,999
PRECIPITACIÓN (mm)
< 100.0
100.1 - 150.0
150.1 - 200.0
200.1 - 250.0
250.1 - 300.0
300.1 - 350.0
350.1 - 400.0
400.1 - 450.0
450.1 - 500.0
500.1 - 550.0
550.1 - 600.0
> 600.0
1:500,000
0 5 10 20 km
Fuente: CICESE (Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada) - CLICOM SMN Malla (http://clicom-mex.cicese.mx).
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.


II.2.5d PRECIPITACIÓN ACUMULADA DEL 1 AL 5 OCTUBRE DE 2005
Límite estatal
Límite municipal
GOLFO DE MÉXICO
VERACRUZ
HIDALGO
TLAXCALA
Villa Lázaro Cárdenas (La Uno)
Xicotepec de Juárez
Huauchinango
Zacatlán
Cd. de Chignahuapan
Chignautla
Teziutlán
Zaragoza
20°30'
20°
19°30'
-98°
-97°30'
Localidades urbanas (más de 10,000 hab.)
58,699 (Teziutlán)
56,206 (Huauchinango)
15,000 - 49,999
10,000 - 14,999
PRECIPITACIÓN (mm)
< 30.0
30.1 - 40.0
40.1 - 50.0
50.1 - 60.0
60.1 - 70.0
70.1 - 80.0
80.1 - 90.0
90.1 - 100.0
100.1 - 110.0
110.1 - 120.0
120.1 - 130.0
> 130.0
1:500,000
0 5 10 20 km
Fuente: CICESE (Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada) - CLICOM SMN Malla (http://clicom-mex.cicese.mx).
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.


II.2.5e PRECIPITACIÓN ACUMULADA DEL 11 AL 20 DE SEPTIEMBRE DE 2013
Límite estatal
Límite municipal
Villa Lázaro Cárdenas (La Uno)
VERACRUZ
Xicotepec de Juárez
Huauchinango
HIDALGO
Zacatlán
Cd. de Chignahuapan
Chignautla
Teziutlán
Zaragoza
TLAXCALA
20°30'
20°
19°30'
-98°
-97°30'
Localidades urbanas (más de 10,000 hab.)
58,699 (Teziutlán)
56,206 (Huauchinango)
15,000 - 49,999
10,000 - 14,999
1:500,000
0 5 10 20 km
PRECIPITACIÓN (mm)
< 30.0
30.1 - 40.0
40.1 - 50.0
50.1 - 60.0
60.1 - 70.0
70.1 - 80.0
80.1 - 90.0
90.1 - 100.0
100.1 - 110.0
110.1 - 120.0
120.1 - 130.0
> 130.0
Fuente: https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/ (Consultada en 2016)

II.2c Sociedad

María Teresa Sánchez Salazar, Atlántida Coll-Hurtado, José Manuel Casado Izquierdo, Jorge González Sánchez, Ricardo J. Garnica Peña y Alejandra Maldonado Martínez

La Sierra Norte de Puebla tiene una superficie de 8,463.98 km² y una población total de 1,200,876 habitantes. En esta región se ubican 2,532 localidades integradas administrativamente a 63 municipios (ver Tabla 1).

Respecto a la distribución de la población en la Sierra Norte de Puebla, como se puede observar en el mapa II.3.1 en la mayor parte de esta región la densidad es baja, es decir que la cantidad de habitantes por kilómetro cuadrado es reducida, lo que refleja una alta dispersión poblacional y, por ende, representa un punto crítico o desfavorable para el desarrollo por la dificultad de acceso a todas las comunidades. Se trata de las zonas norte, noreste, sur, occidente-sur y oriente, que registran menos de 100 habitantes por kilómetro cuadrado.

Después se localiza una franja que atraviesa el territorio que se conforma longitudinalmente de occidente, centro y oriente con los registros más altos de densidad de habitantes, presentando rangos entre 100 y 299 habitantes por kilómetro cuadrado en la mayor parte, aunque también incluye densidades de entre 500 y 699, y más de 700 por kilómetro cuadrado, ubicados en las zonas urbanas de occidente y oriente. A este último grupo pertenecen las localidades de: Huauchinango, Xicotepec de Juárez, Chignahuapan, Zacatlán, Teziutlán, Chignautla y Zaragoza. Destacan sobre todo como las ciudades más pobladas Teziutlán con 58,699 habitantes y Huauchinango con 56,206 habitantes.

No obstante, en esta franja se registra una fuerte dispersión poblacional con la presencia de una gran cantidad de localidades pequeñas que cuentan con menos de 100 habitantes y otras muchas que no superan los 1,000 habitantes.

Por su referencia territorial, en el estado de Puebla se ubican dos grandes zonas con mayor presencia indígena: se trata de la Sierra Norte de Puebla y la Sierra Negra, la primera ubicada al norte como lo indica su nombre, mientras que la segunda se localiza al sur de la entidad. No obstante, en los registros censales es de resaltarse el hecho de que en la zona central donde se asienta la zona metropolitana de la capital poblana, se reúne la mayor diversidad de etnias, todas las del estado de Puebla y algunas de estados circunvecinos, como un reflejo de la alta atracción migratoria de este núcleo poblacional. Dicho lo anterior y para efectos de esta publicación, nos concentraremos en la Sierra Norte de Puebla.

En la Sierra Norte se localiza uno de los núcleos de asentamientos humanos indígenas de mayor presencia en la entidad poblana, zona donde se destaca la presencia de miembros de las etnias Náhuatl, Otomí y Totonaca, siendo la primera de éstas, la que mayor cantidad de hablantes registra en el estado de Puebla y en la región de estudio, contabilizando más del 70% del total de hablantes de lengua indígena a nivel estatal, porcentaje que se eleva considerablemente en la contabilidad de la Sierra Norte. El Totonaco es la segunda lengua con presencia en el ámbito de la Sierra Norte y la lengua Otomí cuenta con un menor número de hablantes en esta región, asentados en localidades ubicadas en el extremo norte de la entidad poblana (CDI, 2006).

Con base en lo anterior y para efectos de señalar la importancia de la presencia indígena en la Sierra Norte de Puebla, consideramos pertinente retomar la información de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), a través de la obra Regiones Indígenas de México publicada en el año 2006 en conjunto con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (Tabla 2).

En relación con la configuración geográfica de la presencia indígena de la Sierra Norte de Puebla, en el mapa II.3.2 se observa que la zona centro y en menor medida la zona oriente tienen una fuerte presencia de grupos étnicos, de los cuales más del 80% de la población de cinco años y más hablan alguna lengua indígena, y entre el 1.0 y 9.9% de la población indígena de esa misma zona no hablan español. Caso contrario se observa en los extremos oriente, occidente y norte de la misma región en donde menos del 20% de la población de cinco años y más hablan alguna lengua indígena. El grupo etnolingüístico Totonaco tiene un amplio predominio en el centro de la región y en algunos municipios del noroeste, mientras que el Náhuatl se distribuye rodeando al anterior hacia el oriente, centro sur y occidente; finalmente el grupo Otomí prevalece sobre todo en un solo municipio en el noroeste de la Sierra Norte.

Con base en lo anterior, es importante resaltar que la zona centro de la Sierra Norte de Puebla ha constituido para la población indígena una de las llamadas "regiones de refugio"(Aguirre Beltrán, 1987), las cuales se identifican como aquellas zonas territoriales en donde los grupos indígenas han logrado sobrevivir a través del tiempo ya que se trata de tierras que nadie quería por su relieve accidentado y de dificil acceso lo cual impide el desarrollo de la economía en la región. En palabras del antropólogo Aguirre Beltrán:

> "En esas regiones marginadas quedan comprendidas las zonas de refugio habitadas por indígenas, de lengua y cultura diferentes a la nacional, que, como inevitable residuo de su desarrollo histórico, han permanecido sujetas a la explotación de los grupos de población culturalmente más avanzados, enclaustrados en sus regiones de refugio, viviendo una vida de mera subsistencia y manteniendo inconmovibles sus antiguos valores y pa-

***Tabla 1.* Características generales de la población en la Sierra Norte de Puebla**

EXTENSIÓN TERRITORIAL	8,463.98 km²
POBLACIÓN TOTAL	1,200,876
Mujeres	621,833
Hombres	579,043
MUNICIPIOS	63
LOCALIDADES	2,524
Localidades Urbanas	8
Población Urbana	242,144
Localidades Rurales	2,524
Población Rural	958,732
Población indígena	520,018

Fuentes: Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, Regiones Indígenas de México, 2006, Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), INEGI, 2010.

***Tabla 2.* Población total, indígena, hablantes de lengua indígena (HLI) y población indígena (PI) según grupos etnolingüísticos predominantes México, 2000**

Sierra Norte de Puebla	72	1,624,750	723,337	44.5	446,066	383,907	15,415	318,823

Fuente: Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, Regiones Indígenas de México, 2006).

trones de conducta, a favor de un conservatismo tenaz que crea motivaciones y actitudes contrarias al cambio y a la transformación" (Aguirre Beltrán, 1987, retomado de Carlos Zolla [2004]).

Por otro lado, destacan las ciudades como la de Huauchinango y la de Chignautla, de menor tamaño, en las cuales se registran porcentajes de hablantes de alguna lengua indígena en población de cinco años y más que oscila entre el 20 y 40% de la población residente, mientras que en las zonas urbanas de Teziutlán, Villa Lázaro Cárdenas, Xicotepec de Juárez, Zacatlán y Chignahuapan, los porcentajes se reducen a menos del 20%.

Uno de los procesos más importantes de la dinámica poblacional es el fenómeno de la migración. Las migraciones de la población están determinadas por factores de diversa naturaleza (económicos, sociales, familiares, culturales o por violencia e inseguridad), aunque de manera general, se pueden asociar al interés del migrante por satisfacer desde sus necesidades y urgencias económicas hasta sus gustos y afinidades personales; sin embargo, generalmente el motivo que impulsa un cambio de residencia es el interés por alcanzar un mejor nivel de bienestar.

Desde un punto de vista demográfico, los desplazamientos migratorios han sido de gran relevancia para la redistribución de la población en el territorio, asimismo porque influyen en la dinámica de crecimiento y pueden modificar la estructura por edad y sexo de la población, tanto en el lugar de origen como de destino. También son destacados por impulsar la circulación de las ideas, de hábitos de vida; los migrantes al desplazarse llevan consigo sus diferentes elementos culturales que les permiten adaptarse mejor o peor al nuevo medio ambiente al que habrán de enfrentarse.

Por otra parte, la migración es selectiva, no todas las personas pueden, o están dispuestas a migrar. La selectividad está asociada a cierta combinación de características, más que a una sola; el principal factor de selectividad es la edad, la mayoría de los migrantes son adolescentes y adultos jóvenes, entre 15 y 40 años, ya que pueden adaptarse a una nueva residencia más fácilmente que otros grupos de edad. No obstante, existe otro tipo de selectividad, como el que las mujeres preferentemente migran hacia destinos ubicados a corta distancia, mientras que los hombres que lo hacen a grandes distancias; que en los países subdesarrollados, los emigrantes internacionales son básicamente hombres; que la población soltera migra más que los matrimonios, o que las personas desempleadas migran más que los empleados; estos aspectos no siempre se cumplen. Pero se puede afirmar que el proceso de selección depende más de las condiciones del lugar de destino que del lugar de origen.

Un factor fundamental en la migración es que depende de redes de parentesco que se construyen entre el emigrante y sus parientes, amigos o cónyuges; ello facilita el traslado y asegura que en el lugar de destino pueda contar con vivienda, empleo y relaciones personales de amigos y parientes.

En nuestro país, la migración interna ha sido uno de los procesos que más ha influido en el cambio del patrón de distribución y concentración de la población urbana. Durante muchos años, el principal flujo de migrantes se originaba en áreas rurales y se dirigía a las ciudades de mayor tamaño, principalmente a la capital del país; pero, en los últimos años se ha incrementado la migración urbana-urbana, se han diferenciado los motivos del traslado del migrante, se han diversificado los lugares de destino y se ha reducido el volumen de inmigración que recibe la Ciudad de México, incluso la capital del país se ha convertido en la principal área de expulsión de población, hacia prácticamente todo el país.

La información que se presenta en el mapa II.3.3, se refiere a la población que cambió de entidad de residencia entre 2005 y 2010, de acuerdo con la información estadística derivada de la Muestra Censal 2010 del INEGI; a través de esta fuente fue posible identificar no sólo al flujo de inmigrantes que reciben los municipios de la zona de estudio, sino también conocer el volumen de emigrantes y sus destinos, así como el áreas de origen de los inmigrantes; además permitió determinar algunas de las características demográficas básicas de la población migrante.

El balance migratorio que registraron los municipios de la Sierra Norte de Puebla fue negativo, de -6.6 mil personas: emigraron 32.0 mil personas (el 22.9% del total estatal) y recibieron 25.4 inmigrantes en el periodo (el 19.6%). Como se puede observar, el flujo de migrantes en la zona de estudio no fue muy significativo, el volumen de emigrantes representó apenas el 3.0% de la población total de la región; en términos generales, desde un punto de vista migratorio, la zona de estudio se puede definir como estable; aun cuando su balance migratorio fue negativo, su escaso valor no implica grandes pérdidas demográficas. Cabe señalar que el resto de las regiones socioeconómicas de Puebla también registraron balances migratorios negativos.

Los mayores volúmenes de emigrantes e inmigrantes en la región, se presentaron en los municipios que cuentan con más población: Zacatlán, Teziutlán, Huachinango y Xicotepec (todos con más de 75 mil habitantes), los cuales agruparon el 40.2% del total de emigrantes de la Sierra Norte de Puebla y el 33.7% de los inmigrantes; el balance migratorio de estos cuatro municipios también fue escaso y negativo.

Los principales intercambios migratorios de la población del área de estudio ocurrieron con la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, abarcaron el 44.5% de los emigrantes de la Sierra Norte de Puebla; además, el 51.7% de los inmigrantes que recibieron los municipios de la región provenían de la capital del país. Otros destinos de los emigrantes de la Sierra Norte de Puebla, aunque fueron los siguientes más destacados, se caracterizaron por su reducido volumen: Tulancingo (abarcó el 4.4% del total de emigrantes), Poza Rica (el 2.9%) y Apizaco (el 2.8%); del mismo modo, las principales ciudades de origen de los inmigrantes también fueron Tulancingo (el 2.8%) y Poza Rica (el 2.2%).

Esta información señala que en la región se registran altos volúmenes de migración interna de retorno, es decir, aquellas personas que al migrar se dirigen a su entidad de nacimiento; en la Sierra Norte de Puebla, este tipo de migración representa el 50.9% del total de inmigrantes recibidos; en cambio sólo el 13.1% de los emigrantes, pueden definirse como de retorno. Si bien son variados los motivos para decidir un cambio de residencia, la migración de retorno puede indicar que estas mudanzas son de carácter temporal o bien que la expectativa inicial de encontrar mejores condiciones de vida fuera del lugar de nacimiento no siempre se cumple.

Otras características sociodemográficas de los migrantes son los siguientes: entre la población que abandona la región hay un predominio femenino en la composición por sexo, de 81.1 hombres por cada 100 mujeres, en cambio, entre la población que arribó, el coeficiente de masculinidad fue más equilibrado, de 95.8. Cerca de la mitad de los emigrantes (48.9%) estaba conformado por población de 15 a 29 años de edad y también fue importante la proporción de ancianos (de 8.8%); la estructura por edad de los inmigrantes, aunque predominaron los jóvenes de 15 a 29 años (abarcaron 37.2% del total de inmigrantes), otros grupos de edad también destacaron, los adultos de 30 a 39 años (21.1%) y los niños de 5 a 9 años (13.5%), en cambio, la proporción de ancianos fue muy reducida (sólo el 2.7%).

En los lugares de destino, los emigrantes de la región laboralmente se ocupan principalmente en servicios personales (el 28.8%, agrupan labores con como jardineros, peluqueros, vigilantes, etc.), como comerciantes (el 22.1%) y como obreros (14.5%). En cambio, los inmigrantes se emplean básicamente en actividades primarias (el 20.7%), en servicios personales (14.5%), en la construcción (el 14.2%) y como comerciantes (13.8%).

La educación, como proceso de socialización del conocimiento es una expresión de las fortalezas, debilidades y fragilidades de los individuos y de las sociedades. La Sierra Norte de Puebla alcanza un promedio de escolaridad de 6to grado, lo que sin duda se constituye en un factor negativo en el análisis sociodemográfico de esta región. El rezago educativo fluctúa entre 35 y 45% del total de la población asentada en los municipios ubicados en la franja que corre de norte a sur pasando por la zona centro de la región y algunos municipios ubicados en la zona oriental, con grados promedio de escolaridad que fluctúan entre 3.9 y 5.3 como los más bajos de esta franja, sobre todo en la zona centro; en sentido descendente le siguen los extremos occidente, oriente y norte de esta región, en donde se presenta un rezago educativo de rangos menores, ubicados entre el 25.1 y el 35% de la población total de los municipios señalados en el mismo mapa. Asimismo, se observa que en las zonas urbanas más importantes de esta región se registra un rezago inferior al 25% de la población total, lo que se resalta como un dato positivo pero sin un peso específico en el conjunto, toda vez que se trata del menor número de

los centros de población. El mayor rezago educativo se registra en municipios de la zona centro-oriental, alcanzando niveles superiores al 45% de la población total de estos municipios (mapa II.3.4a).

Por otro lado, se destaca en todo el territorio de la Sierra Norte de Puebla una distribución de escuelas con varios niveles educativos que corresponden a: preescolar, primaria, secundaria, bachillerato y otras, en donde la mayoría de las escuelas corresponden a los niveles preescolar y primaria, sobre todo en el centro de la región.

Para conocer el tema de la asistencia escolar y sus niveles de escolaridad en el contexto territorial de la Sierra Norte de Puebla, se presenta el mapa II.3.4b Asistencia Escolar y Niveles de Escolalridad, 2010, en el que puede apreciarse que las zonas centro-occidente, extremo norte y algunas zonas del lado oriente de la Sierra Norte se presenta una asistencia escolar que oscila en promedio entre 63.1 y 66% de la población menor de 15 años de edad, y en una menor proporción de los municipios ubicados en el noroeste, noreste y centro-oriente, se presenta una asistencia escolar en el mismo rango de edad de entre 60 y 63%; finalmente, la asistencia escolar inferior al 60% se presenta en algunos municipios ubicadas en el centro y este de la Sierra Norte.

Asimismo, el porcentaje mayor a 66% de la población menor de 15 años que asiste a la escuela resalta en muy pocas unidades territoriales de toda la Sierra Norte de Puebla, como son dos municipios de la zonas sur, uno del extremo norte de la sierra y unos cuantos del centro, oeste y oriente de la región.

Es de apreciarse que en los registros de escolaridad de la población de 15 y más años de edad, se presenta una importante cantidad de población con educación básica incompleta, dato que puede estar acusando un alto nivel de deserción escolar en la población de la Sierra Norte de Puebla, cantidad que sumada a la que se encuentra registrada en el rubro de"sin escolaridad", abarca la mayor parte de la población mayor de 15 años, lo cual es un indicador negativo de impacto socioeconómico, que puede reflejar el grado de ruralidad de la población y por ende, dificultades de acceso a los centros educativos por la elevada dispersión de la población.

Dentro del análisis del tema educativo de la Sierra Norte de Puebla, con rubros como rezago, grado de escolaridad y deserción escolar, sin duda resalta el que se refiere a la condición de analfabetismo en su clasificación por sexo, ya que puede observarse con plena claridad la doble condición de marginación en que se encuentran los grupos de población femenina.

Como puede observarse en las gráficas que presenta el mapa II.3.5, es significativamente mayoritaria la población analfabeta en mujeres en todos los municipios de la región, sean predominantemente urbanos o rurales, más o menos inaccesibles, de cualquier rango de tamaño de la población; haya más o menos analfabetas, la mayoría son mujeres, en proporciones que superan el 60% de la población analfabeta.

En cuanto al registro porcentual de población analfabeta de 15 y más años de edad, se puede decir que en la zona centro de la región, en donde predomina la población de la etnia totonaca, hay un porcentaje muy alto de analfabetismo, ya que más del 30% de la población de 15 años y más se encuentra en esta condición y, como ya se indicó, la población analfabeta en su mayoría son mujeres. El caso contrario está ubicado en los municipios con las localidades urbanas más grandes, como Teziutlán y Huauchinango, en donde menos del 12% de la población de 15 años y más es analfabeta, pero esta situación sigue recayendo principalmente en las mujeres.

Siguiendo el análisis del mismo mapa II.3.5, en la mayor parte de la región, es decir desde el extremo occidente hasta el oriente y la mayor parte de la zona norte, entre el 12.1 y 18% de la población de 15 años y más están en la misma condición de analfabetismo. Finalmente, en el extremo sur, algunos municipios de la zona nororiental, el oriente y en menor medida el norte de la región, se presenta una condición de analfabetismo entre 18.1 y 24% de la población del mismo rango de edad.

En materia de salud, la condición que presenta la Sierra Norte de Puebla es muy delicada (mapa II.3.6). La población sin derecho a servicios de salud es una cantidad muy significativa, ya que en la mayor parte del territorio de esta región, la población que no tiene derecho a ser atendido por alguna de las instituciones que otorgan el servicio de salud, sea federal o estatal, alcanza porcentajes entre el 40.1 y el 60%.

Con estos datos, sumados a los registros porcentuales de mayores déficits de atención, como son municipios con rangos entre el 60 y 80% y aún mayores del 80%, se puede decir que en la Sierra Norte de Puebla la población que se encuentra desprotegida en materia de servicios de salud es cercana al 80%.

Resalta en estos datos que en la zona centro de la región, que es la zona en donde se ubica una condición de mayor pobreza extrema, (ver mapa II.3.13, Pobreza extrema y moderada municipal), la población que no cuenta con derechohabencia en ninguna de las instituciones del sector público de salud presenta las proporciones más bajas registradas en la región, es decir que se ubica entre el 20.1 y 40% de la población o menos del 20% de la misma, lo que puede estarse relacionando con la presencia en estas zonas de los programas sociales federales que contemplan el componente salud dentro de los servicios que ofrecen.

Asimismo, la atención médica es muy precaria en toda la Sierra Norte ya que por cada 1,000 habitantes hay en promedio un médico, aunque son numerosos los municipios en donde este indicador es de 0.5 o 0.4 médicos por cada 1,000 habitantes; por su parte, el número de unidades médicas en los municipios varía entre 3 y 30.

Se puede observar con base en el mapa II.3.6, Población sin derecho a servicios de salud, que en la zona centro se presenta un promedio de tres unidades médicas por municipio y solo en algunos municipios con localidades urbanas grandes se identifica la presencia de hasta 30 unidades médicas, como los de Huauchinango y Zacatlán.

Lo anterior obliga a los habitantes de la mayoría de las localidades de la región, a realizar traslados para acudir a las unidades médicas de primer nivel en busca de la atención médica básica o especializada, con lo que ello implica en gastos adicionales de traslados y en horas-trabajo abandonadas por causa de los tiempos de desplazamiento hasta los centros de salud, lo que en un entorno geográfico tan adverso por su topografía y sus limitadas redes de comunicación puede convertirse en la pérdida de jornadas completas de trabajo e impactos directos a su ya, de por sí, precaria economía familiar.

La mortalidad es otro factor determinante en la dinámica poblacional, la cual se obtiene apartir del cociente resultante del número de defunciones acaecidas en un tiempo determinado y la cantidad de personas del grupo poblacional de referencia, que pueden ser los niños nacidos vivos o la población total.

Para la Sierra Norte de Puebla, con base en los datos recolectados del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2010) sobre el cual se basó la elaboración del mapa II.3.7, Mortalidad general e infantil municipal, 2014, las tasas de mortalidad en esta región fueron en la mayoría del territorio de estudio, entre 5.1 y 7 muertes por cada 1,000 habitantes, cifras superiores a las observadas en el suroeste y, en menor medida, en algunos municipios del centro de la región, donde se localizan territorios municipales con tasas menores a 5 muertes por cada mil habitantes durante el registro del año 2014. No obstante, existen algunos municipios de noreste, norte, centro y sur, donde las tasas de mortalidad por cada mil habitantes, se ubican en el rango de 7.1 a 9, e incluso llega a ser superior a 9.

Con respecto a la tasa de mortalidad infantil (TMI), la cual se mide en función de la relación entre decesos de menores de un año y los nacimientos registrados, las tasas de mortalidad oscilan entre 10 y 38.7 decesos por cada mil nacidos vivos; las áreas con las mortalidades infantiles más altas se ubican en el centro, noreste, oeste y parte del sur, con una TMI de 30 a 38.7 decesos por cada mil nacidos vivos, mientras que la menor mortalidad infantil se presenta en los extremos sur y norte con una tasa de 10 decesos por cada mil nacidos vivos.

Por lo anterior es importante mencionar que la TMI es un indicador del avance del desarrollo y del acceso a los servicios de salud de una población determinada, es por ello que este indicador señala que las zonas de la Sierra Norte de Puebla con mayor grado de marginación son las parte central, occidental y en menor medida oriental, las cuales coinciden con el comportamiento de la mortalidad infantil; estas zonas coinciden con un significativo porcentaje de pobreza alta (ver mapa II.3.13, Pobreza extrema y moderada municipal), y por lo tanto, se necesita una mayor atención para apoyar en la elevación del nivel de vida de la población y, de esta manera, disminuir la prevalencia de altos valores en indicadores relacionados con la mortalidad infantil, principalmente.

Para caracterizar la economía de la Sierra Norte de Puebla se toman en cuenta varios indicadores que permiten determinar la situación económica de la región: el primero de ellos es la cantidad y distribución sectorial de la población económicamente activa ocupada (PEA), así como sus niveles de ingresos. Debido a la importancia regional del sector primario, se toman en cuenta tanto la superficie sembrada de los principales cultivos como el valor de la producción agrícola obtenida, los cuales se retomarán más adelante. Asimismo y con el fin de determinar la participación relativa de los sectores secundario y terciario en la economía, así como de sus ramas de actividad principales, se analizó la estructura ramal del valor agregado bruto correspondiente a dichos sectores económicos, como veremos en el siguiente apartado.

De acuerdo con los datos censales disponibles, la PEA de la región es de 392,859 personas; de ellas, el 35% se ocupa en actividades primarias, el 23% en actividades secundarias y un 41% participa en el sector terciario.

En el mapa mapa II.3.8 que muestra la distribución de la población activa puede observarse, en primer lugar, que la mayor parte de la PEA se concentra en dos áreas, una al occidente, representada por los municipios de Huauchinango, Zacatlán, Xicotepec de Juárez y Chignahuapan, y otra hacia el oriente, centrada en el municipio de Teziutlán y los que se encuentran contiguos a él. Asimismo, se aprecia una zonificación clara de aquellas partes de la Sierra Norte en las que predominan las actividades agrícolas y aquellos municipios en los que tienen lugar actividades industriales y del sector terciario de servicios. En agricultura destacan los municipios de Cuetzalan del Progreso, Tlatlauquiltepec, así como Zacapoaxtla y Chignahuapan con los valores relativos de la PEA primaria más altos de la región: entre el 28 y el 44%.

En la porción central de la región, se forma un corredor de norte a sur, correspondiente a un cúmulo de pequeños municipios, en los que predominan altos niveles de dependencia por presentar los menores porcentajes de población activa y un predominio de la práctica agrícola.

Algunos municipios de la porción norte y de la vertiente del Golfo, hacia el vecino Estado de Veracruz, muestran una mayor presencia de actividades industriales y de servicios. Teziutlán al oriente y Chignahuapan al suroeste, cuentan con una elevada participación de su PEA en actividades secundarias, 44% y 33% respectivamente, en tanto que en Xicotepec y Zacatlán en el oeste de la región, 22% y 21% de su PEA respectiva participa en el sector secundario. En el caso de Teziutlán, su economía gira alrededor de la industria maquiladora, la industria alimentaria asociada a las actividades agropecuarias y el procesamiento de manganeso que realiza la Compañía Minera Autlán; en Chignahuapan, la industria alimentaria, textil, del mueble, y más recientemente la producción de esferas navideñas, constituyen los ejes de sus actividades secundarias; Atención especial merecen los municipios de de Chignautla y Xiutetelco, ubicados al sur de Teziutlán, y el municipio de Pahuatlán en el extremo oeste, en los que la mayor parte de su PEA pertenece al sector secundario (50, 45 y 38% de la PEA total, respectivamente), y se dedica a la industria alimentaria, artesanal, manufacturas de madera, maquiladora de ropa e incluso, la producción de explosivos para fuegos artificiales.

A pesar de una aparente prevalencia de las actividades agrícolas, la región no escapa al proceso de terciarización del resto del país y los niveles de participación de la PEA en actividades terciarias es notable. Sobresale el municipio de Teziutlán con el 63% de la PEA en este sector y otros seis municipios, Venustiano Carranza, Xicotepec, Huauchinango, Zacatlán, Zacapoaxtla y Zaragoza, lo hacen con más de la mitad de su población activa en esta rama de la economía.

La agricultura constituye la base económica de un gran número de los municipios de la región, sin embargo, existen diferencias entre los tipos de agricultura que se practican. Con relación a la superficie sembrada de los principales cultivos de la región (mapa II.3.9), lo primero que se puede apreciar es que existen contrastes importantes entre los municipios de la región respecto a la proporción que representa la superficie sembrada de la superficie total municipal. Se observa que no toda la región es susceptible a ser sembrada, en particular debido a las características del relieve que condicionan la aptitud agrícola del suelo y el uso adecuado de éste para destinarlo a dicha actividad y lo reducen, en la mayor parte de los municipios de la región, a una proporción de entre 10 y 40% de la superficie municipal total, si bien hay municipios que cultivan entre el 40 y el 70% de sus áreas respectivas, como se aprecia en algunas partes de la franja central, oriental y nororiental de la Sierra Norte.

Por otra parte, en el mapa correspondiente se advierte una clara zonificación de los cultivos en la región: en la vertiente oriental hacia el Golfo de México, debido a la presencia de humedad abundante derivada del efecto de pantalla meteorológica, predominan los cultivos de café, cítricos (naranja, mandarina y limón) y plátano; se trata de cultivos asociados a una agricultura comercial destinada al mercado; en contraste, en la porción sur predomina el cultivo de cereales, básicamente el maíz y la cebada. En toda la región es importante el cultivo del maíz ya que le corresponde casi la mitad de la superficie cosechada total, asociado fundamentalmente a una producción de subsistencia. El café ocupa el 18% de la superficie sembrada mientras que otros cultivos, como cebada, naranja, papa y manzana, que le siguen a continuación, cubren áreas mucho más pequeñas.

Los municipios productores de café por excelencia son Xicotepec y Zihuateutla con el 77% y el 80% de la superficie municipal sembrada, y Cuetzalan con el 57%. Las mayores superficies cultivadas de maíz son las de Chignahuapan, Ixtacamaxtitlán, Zacatlán y Tlatlauquitepec, que en conjunto concentran el 35% de la superficie cultivada de maíz en la región; sin embargo, a nivel de la estructura de la superficie agrícola municipal, en 17 municipios el maíz supera el 65% de la superficie cultivada de cada municipio. Sobresalen en este sentido los municipios de Honey, Juan Galindo, Ixtacamaxtitlán, Aquixtla, Ahuazotepec y Xochiapulco, con 99, 96, 84, 84, 82 y 81% de su superficie cultivada de maíz, ubicados en la franja central de oeste a este y en la porción sur de la región. Por su parte, la superficie cultivada del maíz en los municipios con las ciudades de mayor tamaño también tiene una participación notable; destacan Zacatán, con 68% de su superficie cultivada, Huauchinango, con el 67%, Chignahuapan, con el 58%, y Teziutlán, con el 53%.

Otros cultivos que son importantes económicamente son la naranja, el plátano y la manzana; los espacios que les son destinados son pequeños y se concentran fundamentalmente en los municipios de los extremos norte y noreste de la región y en el centro-oeste: Francisco Z. Mena, Pantepec, Venustiano Carranza, Acateno y Hueytamalco, en el caso de la naranja; este último municipio en el cultivo del plátano, y Zacatlán y Ahuacatlán en el de la manzana . Finalmente cabe señalar la presencia de algunos frutales comerciales de reciente introducción que todavía ocupan espacios reducidos, como la macadamia y el durazno.

La actividad agrícola no debe medirse tan solo por la superficie dedicada a los cultivos de la región; es necesario tomar en cuenta otros indicadores para poder valorar la importancia económica de cada uno de los cultivos, analizar si se trata de una práctica de subsistencia, de autoconsumo, o bien si la actividad implica una valoración comercial. De ahí que se incluya el mapa II.3.10, que refiere el valor de la producción agrícola por cultivo. Primeramente se puede observar que la productividad media por hectárea de los cultivos de la región es baja en la mayor parte de los municipios ($10,000/ha como máximo) y que sólo en las áreas de cultivos comerciales se eleva la productividad (de más de $10,000/ha hasta superar los $31,000/ha) y, por tanto, el valor global de la agricultura.

Los productos agrícolas más importantes desde el punto de vista de su valor son el café, que genera el 23% del valor agrícola total de la región; el maíz, con el 18%; la papa que aporta el 12.5%; la naranja el 9%, y las plantas de ornato con el 5.5% del valor total. De todos ellos, el café y el maíz tienen la distribución geográfica más amplia; el café cubre una franja que atraviesa toda la región en dirección noroeste-centro-oriente; el maíz se distribuye en casi todos los municipios de la región, salvo en los del extremo oriental y nororiental.

Si bien aportan valores menos significativos al total regional, existen algunos cultivos que sobresalen a nivel municipal y por la zonificación geográfica que presentan: las plantas de ornato destacan por su valor en los municipios de Xicotepec de Juárez, Huauchinango, Tepetzintla y Ahuacatlán en la porción oeste de la región; en Xicotepec éstas representan el 38% del valor de la producción agrícola municipal. La naranja se concentra en los extremos norte y noreste de la Sierra Norte; particularmente en los municipios de Francisco Z. Mena y Acateno, aporta el 68% y el 54%, respectivamente, del valor agrícola municipal. La papa se ubica preferentemente en

unos cuantos municipios del oriente y sur de la región, pero es especialmente importante en los de Tlatlauquitepec y Zacapoaxtla, con el 79.5% y 95% del valor agrícola municipal respectivo. Por su parte, la producción de jitomate se obtiene únicamente en los municipios de Aquixtla y Tetela de Ocampo, en donde aporta el 66.5% y el 43% del valor total respectivo.

El valor agregado censal bruto (VACB) aporta una visión de la producción económica de los sectores secundario y terciario. En el mapa II.3.11, se muestra la productividad en el trabajo por medio del valor agregado por trabajador en miles de pesos y el valor agregado bruto por sector de actividad. El sector secundario engloba las manufacturas, la construcción, y la producción de electricidad, agua y gas; el terciario refleja el comercio en sus modalidades al por mayor y al por menor, el transporte, correo y almacenamiento, los servicios financieros, los de alojamiento y comida, como los más relevantes. Cabe mencionar que llama la atención que el municipio con mayor VACB sea el de Venustiano Carranza, en la vertiente del Golfo de México, pero cuyos datos son considerados confidenciales y no pueden ser desagregados para valorar justamente los sectores productivos respectivos. Es un dato que altera de manera notoria la ponderación del valor agregado censal bruto regional, ya que este rubro en su conjunto implica el 64.5% del valor total de la región. No obstante, hay algunas fuentes que señalan la presencia de extracción petrolera en su territorio, lo que podría explicar su alto valor agregado censal bruto, respecto al del resto de los municipios de la Sierra Norte, y su proximidad a la ciudad de Poza Rica, en el estado de Veracruz, eje de un distrito petrolero de larga tradición histórica, a solo 34 kilómetros, lo podría constatar.

El análisis del mapa permite señalar que las actividades que generan el mayor VACB son las comerciales, tanto al mayoreo como al menudeo, las cuales representan el 17% del total regional y prácticamente están presentes de manera sobresaliente en todos los municipios de la región. El segundo lugar lo ocupa la industria, que genera el 10.2% de dicho valor en tanto que los servicios aportan el 3% del mismo. Los municipios con VACB manufacturero más alto son Teziutlán, Xicotepec, Zacatlán, Chignautla y Chignahuapan, los cuales en conjunto concentran el 76% del VACB manufacturero regional. Destacan por el peso que tienen las manufacturas en el VACB total municipal, los municipios de Tlapacoya, Chignautla, Hueyapan y Teziutlán, con un VACB en este rubro que varía entre 79.5% y 71.2% en los dos primeros casos, a 57.3% y 44.4% en los dos últimos.

La variable que se utiliza para valorar el nivel de ingresos de la PEA está relacionada con el denominado salario mínimo oficial; se presentan los datos en cinco grupos: el primero se refiere a la PEA que trabaja sin retribución, el segundo reúne a los que reciben menos de un salario mínimo, el tercero concentra a los trabajadores que percibe entre uno y dos salarios mínimos, el cuarto agrupa a los que ganan entre dos y cinco salarios mínimos, y el quinto aglutina a los que reciben más de cinco salarios mínimos mensuales.

El mapa II.3.12 refleja condiciones de pobreza en toda la región. Hay que destacar el amplio 28% de la PEA que trabaja sin percibir ingresos a la cual se suman los trabajadores que no perciben ni siquiera un salario mínimo. Es la población que realiza labores familiares, ya sea en el campo o en los pequeños negocios. El municipio de Cuetzalan presenta los datos más altos con un 45% de su población activa en estos niveles de ingreso.

El grupo mayoritario de ingresos corresponde al nivel de uno a dos salarios mínimos: en este grupo se incluye el 39% de la PEA de la región. En Teziutlán poco más de la mitad de de la PEA se encuentra en este nivel y en otros cuatro municipios, Chignahuapan, Xicotepec, Zacapoaxtla y Zacatlán, los ingresos se encuentran alrededor del 40% en este rubro.

Tan sólo la quinta parte de los trabajadores activos de la región reciben entre dos y cinco salarios y el 3.5% del total se encuentra en el nivel más alto de las percepciones, el de más de cinco salarios.

Estas diferencias salariales son un reflejo del tipo de actividades a las que se dedica la población y a su distribución regional, como ya se señaló al analizar los mapas II.3.8 y II.3.11).

Para efectos del estudio de la condición de pobreza en la Sierra Norte de Puebla, se presentan dos categorías de análisis o estadística territorial, la de pobreza extrema y la de pobreza moderada, como pueden apreciarse en la simbología del mapa II.3.13, en el que ambas categorías están combinadas en toda la región.

A partir del análisis de este mapa, resalta con claridad el peso específico que representan las vías de comunicación en su relación con los porcentajes de pobreza y su clasificación, pues los valores más favorables de ambas simbologías se ubican en los municipios por donde cruzan las carreteras federales y estatales interregionales (mapa II.3.18), coincidiendo con la presencia de las principales localidades de la región en estudio.

Por el contrario, las áreas geográficas menos comunicadas y con mayores dificultades para su acceso terrestre presentan los indicadores menos favorables en cuanto a la clasificación de los rangos de pobreza.

Con relación a la pobreza moderada, pueden observarse los valores más bajos en algunos de los municipios ubicados en las zonas centro y occidente, los cuales presentan una población con menos del 35% de pobreza moderada; le sigue a continuación otro grupo de municipios de la zona centro, los cuales presentan entre el 35.1 y 40%; una pequeña proporción de los municipios de la zona centro presentan un porcentaje del 40.1 al 45 de pobreza moderada; asimismo, las zonas norte y sur-oriente cuentan con proporciones de pobreza moderada entre el 45.1 y 50% y, finalmente, las proporciones más altas de pobreza moderada, superiores al 50% de la población, se ubica en la zona sur-occidente de la región.

En el caso de la pobreza extrema, más del 48% de la población ubicada en algunos municipios de las zonas centro y norte de la Sierra Norte de Puebla se encuentran en esta condición; el intervalo entre el 36.1 y 48% de la población en pobreza extrema lo comparten la mayor parte de los municipios ubicados en las mismas zonas centro y norte y algunos más del sureste. Las zonas occidente-norte y en mucho menor medida la oriental presentan proporciones de pobreza extrema entre el 24.1 y 36%, y una franja que va de sur al norte por el oeste de la región, donde se ubican los municipios de Chignahuapan, Zacatlán, Huauchinango, Xicotepec y Venustiano Carranza, y un par de municipios del oriente, Tlatlauquitepec y Tuzamapan de Galeana, presentan entre el 12.1 y 24% de la población en condición de pobreza extrema; finalmente, en los municipios de Teziutlán y Zaragoza en la zona oriente de la región, así como en el de Juan Galindo ubicado en la zona de occidente entre Chignahuapan y Xicotepec, menos del 12% de su población se encuentra en pobreza extrema.

En lo que se refiere a la gráfica territorializada de las condiciones de marginación que presenta la región, se observan condiciones claramente coincidentes que las referidas en el mapa relativo a la pobreza (mapa II.3.13), porque pobreza y marginación son dos variables intrínsecamente relacionadas.

De acuerdo con el Consejo Nacional de Población "la marginación es un fenómeno multidimensional y estructural originado, en última instancia, por el modelo de producción económica expresado en la desigual distribución del progreso, en la estructura productiva y en la exclusión de diversos grupos sociales, tanto del proceso como de los beneficios del desarrollo" (CONAPO, 2011, citado en CONAPO, 2013). "Se asocia a la carencia de oportunidades sociales y a la ausencia de capacidades para adquirirlas o generarlas, pero también a privaciones e inaccesibilidad a bienes y servicios fundamentales para el bienestar", con lo cual las comunidades que presentan una condición de marginación enfrentan una alta vulnerabilidad social (CONAPO, 2011 y 2012, citado en CONAPO, 2013).

Tomando como base el Índice de Marginación Municipal calculado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) 2000 y 2010, en en la Sierra Norte de Puebla las diferentes zonas se agrupan en cuatro categorías según su grado de marginación: muy alto, alto medio y bajo. En la zona centro y norte se concentra el grado de marginación muy alto, (mapa II.3.14); cabe agregar que en ambas zonas prácticamente no se observan variaciones en el Índice de Marginación entre las mediciones de los años 2000 y 2010, lo que arroja que es una zona habitada con proporciones elevadas de población indígena con una marginación elevada estable y con presencia de pobreza, asociada a una falta de integración socioeconómica derivada de una accesibilidad deficiente.

En las zonas sur, noreste, extremo norte y oriente se presenta un alto grado de marginación, el cual, salvo en tres municipios, tampoco presentó cambios entre los índices de marginación de 2000 y 2010.

El grado de marginación medio se ubica en una franja occidental que va de norte a sur, y en menor medida en la zona oriental; en la

gran mayoria de los municipios que presentan este grado de marginación, hubo una variación positiva del índice entre 2000 y 2010 ya que subieron una categoria (de marginación alta a media). Finalmente, el grado bajo de marginación solo se ubica en tres municipios que comprenden a algunas de las principales zonas urbanas de la región: Teziutlán y Zaragoza al oriente y Juan Galindo al occidente.

Otro indicador que sirve para medir la pobreza es el índice de rezago social del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) y considera su cárácter multidimensional, pues para construirlo se toman en consideración variables referentes a la "educación, acceso a los servicios de salud, servicios básicos, calidad y espacios en la vivienda y activos en el hogar" (CONEVAL, 2017).

Con relación a la distribución del grado de rezago social municipal en la Sierra Norte de Puebla en 2015, como se indica en el mapa II.3.15, solo se aprecian pequeños núcleos al oriente y al occidente de la región calificados con bajo rezago social; se trata de los municipios correspondientes a las zonas urbanas de Zaragoza y Teziutlán y el municipio cercano de Teteles de Ávila Castillo, en la zona oriente, y los municipios de Juan Galindo y Ahuazotepec, en el oeste de la región.

Por el contrario, los territorios reportados con un grado de rezago social municipal muy alto se localizan en la parte central del área de estudio (municipios de Huehuetla y Ahuacatlán), coincidiendo con la ubicación de los peores indicadores sociales analizados anteriormente como son la pobreza y marginación.

El resto del territorio que resulta ser la mayor proporción de la región analizada, presenta grados de rezago calificados como alto y medio, este último localizado de manera coincidente con las vías terrestres de comunicación de mayor jerarquía.

Es de resaltarse que el indicador que acompaña al grado de rezago social, relativo a la variación del índice entre 2010 y 2015, solo presenta dos alternativas, la referida a "Sin cambios" y la referida a "Subió una categoría"; lo que en términos generales significa, en primer lugar, que en la mayor parte de la Sierra Norte de Puebla no hubo mejoría en el grado de rezago social. Asimismo, puede observarse que los municipios históricamente menos favorecidos no han presentado cambios en el grado de rezago social, mientras que los territorios correspondientes a las zonas urbanas de las principales localidades, aumentaron el grado de rezago social en el período del 2010 al 2015, lo que debe ser un indicador de alerta en la perspectiva de desarrollo de esta región.

El Índice de Desarrollo Humano (IDH) es un instrumento analítico que en palabras del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2014) es definido como una herramienta que permite explorar las caracteristicas de las capacidades básicas de los individuos en una sociedad y en un territorio específico. El IDH hace manejable la complejidad asociada a la noción de desarrollo al utilizar tres dimensiones básicas para la medición: salud, educación e ingreso. Asimismo, permite referir estas dimensiones a unidades territoriales o geográficas y hace evidentes los distintos niveles de bienestar entre naciones, entidades federativas o municipios.

En el mapa II.3.16, Índice de Desarrollo Humano Municipal, 2010, se da a conocer el panorama de desarrollo humano de los municipios de la Sierra Norte de Puebla haciendo un comparativo entre los índices de 2000 y 2010, además de ofrecer una clasificación más desagregada al presentar cinco gradientes del indicador que son: muy bajo; bajo; medio; alto; muy alto.

En el mapa mencionado se observa que en la parte central de la región y en los municipios de Honey y Naupan en el extremo oeste, se localiza el IDH más bajo (2010) ya que son los territorios en donde se localizan las comunidades indígenas en condiciones de mayor pobreza y marginación, entre otros aspectos que vulneran las condiciones de vida de la población. De los municipios centrales de la Sierra Norte de Puebla, solo uno de ellos mantiene el mismo nivel que tenía en el año 2000, mientras que el resto bajaron al menos una categoría entre los años 2000 y 2010, (de bajo a muy bajo), es decir que en un lapso de 10 años los municipios centrales empeoraron sus condiciones de desarrollo humano.

El nivel bajo del IDH en 2010, se distribuye bordeando la zona de nivel muy bajo en algunas zonas de la parte central, centro-norte, sur, y en menor medida en la zona oriente y noreste y en este caso hay que señalar que hubo una mejoría en el IDH entre 2000 y 2010, pues en la mayoría de los municipios cambió del nivel alto o medio al de bajo, por estar mejor comunicados y próximos a las principales zonas urbanas de la región.

Por su parte, el nivel medio del IDH en 2010, permea en la mayor parte del territorio en las zonas de extremo norte, occidente, sur, y en la mayoria de los municipios de la zona sureste y noreste; cabe resaltar que, en relación con el año 2000 este indicador ha empeorado, ya que todos los municipios registraban un nivel alto y muy alto en el IDH en ese año; no se observan variaciones positivas en municipio alguno.

Finalmente, los niveles alto y muy alto del IDH en 2010, se ubican en los municipios más urbanizados del occidente y el oriente únicamente, es decir en Huauchinango, Zacatlán, Zaragoza, Chignautla, Teteles de Ávila Castillo y Teziutlán. Sobre estas zonas es de resaltar que han permanecido prácticamente sin variación significativa en sus escalas alto y muy alto respecto al IDH del año 2000.

De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), la pobreza alimentaria se define como "la incapacidad para obtener una canasta básica alimentaria, aún si se hiciera uso de todo el ingreso disponible en el hogar para comprar sólo los bienes de dicha canasta". En este sentido la Sierra Norte de Puebla presenta un porcentaje de la población con carencia por acceso a la alimentación muy variado.

Con base en lo que presenta el mapa II.3.17, Pobreza alimentaria, 2010, se observa que en la región, prevalece una proporción de población con carencia por acceso a la alimentación superior al 25% de la población total, salvo algunas porciones del occidente, oriente y noreste de la región. Los territorios de la Sierra Norte de Puebla registrados con un porcentaje de más del 40% de la población con carencias por acceso a la alimentación, se encuentran congregados mayoritariamente en el centro-norte de la región con excepción de dos núcleos más, uno aledaño a la ciudad de Teziutlán y el otro en el extremo occidental colindante al vecino estado de Veracruz.

El rango entre 35.1 y 40% de la población en pobreza alimentaria se ubica en el extremo norte y sur de la misma región, así como en algunas partes del centro. Asimismo, los municipios que presentan rangos entre el 30.1 y 35% se ubican en el extremo sur, norte y en algunos municipios de la zona centro; mientras que los registros de carencias del 25.1 al 30% se identifican sobre todo en la zona sur-occidente, colindando con el los estados de Tlaxcala e Hidalgo, en las zonas centro, norte y en menor medida en la zona oriental, colindando con Veracruz. Por último, el rango más favorable que registra menos del 25% de la población en condición de carencia alimentaria esta ubicada en las zonas de oriente y occidente, coincidiendo con los municipios más urbanizados o los más próximos a ellos.

Es importante mencionar que en la zona central de la Sierra Norte de Puebla se concentra la población con pobreza extrema y con porcentajes de carencia por acceso a la alimentación entre 25 y 36.

En materia de infraestructura de comunicaciones, la Sierra Norte de Puebla presenta varios tipos y niveles de vías terrestres como son: carretera federal de cuota, carretera estatal de cuota, carretera federal libre, carretera estatal libre y carretera municipal libre.

En el mapa II.3.18 se observa que la red de carreteras estatales libres es la más sobresaliente por su amplia cobertura geográfica, ya que atraviesa todo el territorio de la región de norte a sur y de este a oeste; en tanto que la carretera federal de cuota incluye únicamente un tramo que cruza el extremo norte de la región serrana en dirección a Tuxpan, Veracruz, pasando cerca de las zonas urbanas de Xicotepec de Juárez y Huauchinango.

Por su parte,en la región solo existen dos carreteras estatales de cuota; una cruza la región en su extremo sur y la otra se ubica en la zona oeste. La primera conecta las zonas urbanas de Zaragoza, Chignautla y Teziutlán, con la capital poblana, mientras que la segunda conecta las ciudades de Tlaxcala y Apizaco con Chignahuapan y entronca con la carretera federal de cuota cerca de Huauchinango.

Por otra parte la red de carreteras municipales libres, al igual que la red de carreteras estatales librescubre gran parte de la Sierra Norte de Puebla; sin embargo, los tramos de estas carreteras son muy cortos y llama la atención su regular conexión en diferentes tramos con la red de carreteras estatales libres de toda la región.

Finalmente, en las áreas donde se asientan las localidades urbanas de la Sierra Norte de Puebla, identificadas en el mapa II.3.18, se ubican algunos tramos de la carretera federal libre, específicamente en las localidades de Teziutlán, Chignautla, Zaragoza, Chignahuapan, Zacatlán, Huauchinango, Xicotepec de Juárez y Villa Lázaro Cárdenas.

La afición por el gusto de recorrer y conocer las diferentes partes del país, ha ido tomando nuevos matices respecto a los territorios que ofrecen atributos tales como una historia, tradiciones, riqueza cultural y arquitectónica, monumentos históricos, entre otros aspectos, los cuales representan atractivos turisticos alternativos para la demanda de viajeros nacionales y también extranjeros.

En este sentido, el Gobierno Federal implementó desde el año 2001, a través de la Secretaría de Turismo (SECTUR), el Programa Pueblos Mágicos. Un Pueblo Mágico es definido en el programa del mismo nombre como *"una localidad que tiene atributos simbólicos, leyendas, historias, hechos trascendentes, cotidianidad, en fin MAGIA que emana en cada una de sus manifestaciones socio culturales, y que significan hoy día una gran oportunidad para el aprovechamiento turístico*". Por lo anterior, los objetivos planteados para este programa son los siguientes:

- Estructurar una oferta turística complementaria y diversificada hacía el interior del país, basada fundamentalmente en los atributos histórico-culturales de localidades singulares.
- Aprovechar la singularidad de las localidades para la generación de productos turísticos basados en las diferentes expresiones de la cultura local; artesanías, festividades, gastronomía y tradiciones, entre otras.
- Aprovechar la singularidad de las localidades para la generación de otros productos turísticos tales como la aventura y el deporte extremo, el ecoturismo, la pesca deportiva y otros que signifiquen un alto grado de atractividad dentro del territorio de la localidad participante.
- Poner en valor, consolidar y/o reforzar los atractivos de las localidades con potencial y atractividad turística, fomentando así flujos turísticos que generen:
  - Mayor gasto en beneficio de la comunidad receptora (artesanías, gastronomía, amenidades y el comercio en general), así como,
  - La creación y/o modernización de los negocios turísticos locales.
- Que el turismo local se constituya como una herramienta del desarrollo sustentable de las localidades incorporadas al programa, así como en un programa de apoyo a la gestión municipal.
- Que las comunidades receptoras de las localidades participantes aprovechen y se beneficien del turismo como actividad redituable, y como una opción de negocio, trabajo y forma de vida.

El estado de Puebla cuenta con un total de 11 Pueblos Mágicos, de los cuales la Sierra Norte de Puebla alberga en su territorio a seis centros de población que han adquirido esta denominación por parte del Gobierno Federal, de los cuales dos se ubican en la zona oriental, Cuetzalan del Progreso y Tlatlauquitepec, mientras que en la zona occidental colindando con Tlaxcala e Hidalgo, se ubican las localidades de Chignahuapan, Zacatlán, Xicotepec de Juárez y Pahuatlán de Valle que también cuentan con dicha distinción, lo cual se muestra en el mapa II.3.19 Infraestructura turística y Pueblos Mágicos.

Con relación a la infraestructura turística con que cuenta la región, destaca la zona occidente de la Sierra Norte de Puebla y, en menor medida la parte oriental, por la mayor disponibilidad de cuartos de hospedaje (más de 10 en cada uno de los municipios de Chignahuapan, Zacatlán, Huauchinango, Xicotepec de Juárez, Cuetzalan del Progreso y Teziutlán).

Respecto a la presencia de zonas arqueológicas, se indentifican en toda la región unicamente dos asentamientos de este tipo (mapa II.3.19), el de Yohualichan, ubicado en la zona oriente, cercano al límite con el estado de Veracruz y el de Cantona ubicado hacia el sureste; sin embargo, esta última no pertecene a la región Sierra Norte de Puebla.

En contraste, la zona centro y la del extremo norte de la región se destacan por no presentar una oferta atractiva de servicios para el turismo.

FUENTES

Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (2006), *Regiones Indígenas de México* [http://www.cdi.gob.mx/regiones/regiones_indigenas_cdi.pdf]

Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Puebla (2016), *Catálogo de Datos Abiertos*.

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2010), *Carencia por acceso a la alimentación municipal*, 2010. CONEVAL, México.

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2015), *Grado de rezago social municipal*, 2015. CONEVAL. México.

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2015), *Pobreza extrema y moderada municipal*, 2015. CONEVAL. México.

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2017), *Medición de la pobreza. ¿Qué es el índice de rezago social?* [http://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Que-es-el-indice-de-rezago-social.aspx]. Consulta: 04/03/17.

Consejo Nacional de Población (2011), *Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2010*. Colección: Índices Sociodemográficos. CONAPO. México, D. F.

Consejo Nacional de Población (2012), *Índice de marginación por localidad 2010*. Colección: Índices Sociodemográficos, CONAPO. México, D. F.

Consejo Nacional de Población (2013), *Índice absoluto de marginación 2000-2010*. CONAPO. México, D. F. [http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Resource/1755/1/images/IAM_00-04.pdf] Consulta: 03/03/17.

Consejo Nacional de Población (2016), *Glosario Medicion de la pobreza* [http://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Glosario.aspx].

Gob.Mx (2016), *Programa Pueblos Mágicos* [http://www.gob.mx/sectur/acciones-y-programas/programa-pueblos-magicos].

INAFED. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal [http://www.inafed.gob.mx].

INEGI (2010), Sistema para la consulta de información censal (SCINCE).

INEGI (2011), Muestra censal 2010. Censo de población y vivienda 2010. INEGI. México. [http://www3.inegi.org.mx/sistemas/microdatos/default2010.aspx].

INEGI (2011), Principales resultados por localidad (ITER). *Censo de Población y Vivienda 2010*. [http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/inter2010.aspx?c=27329&s=est].

INEGI (2015). *Red Nacional de Caminos RNC*.

INEGI (2016), DENUE. *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*.

INEGI (2016), *Encuesta intercensal 2015*. Microdatos [http://www3.inegi.org.mx/sistemas/microdatos/formato.aspx?c=34537]. Consulta: 10/09/16.

INEGI (2015), *Censos Económicos 2014*. Sistema Automatizado de Información Censal (SAIC) [http://www.beta.inegi.org.mx/app/saic/default.aspx] Consulta: 10/09/16.

INI (1993), Indicadores socioeconómicos de los pueblos indígenas de México.

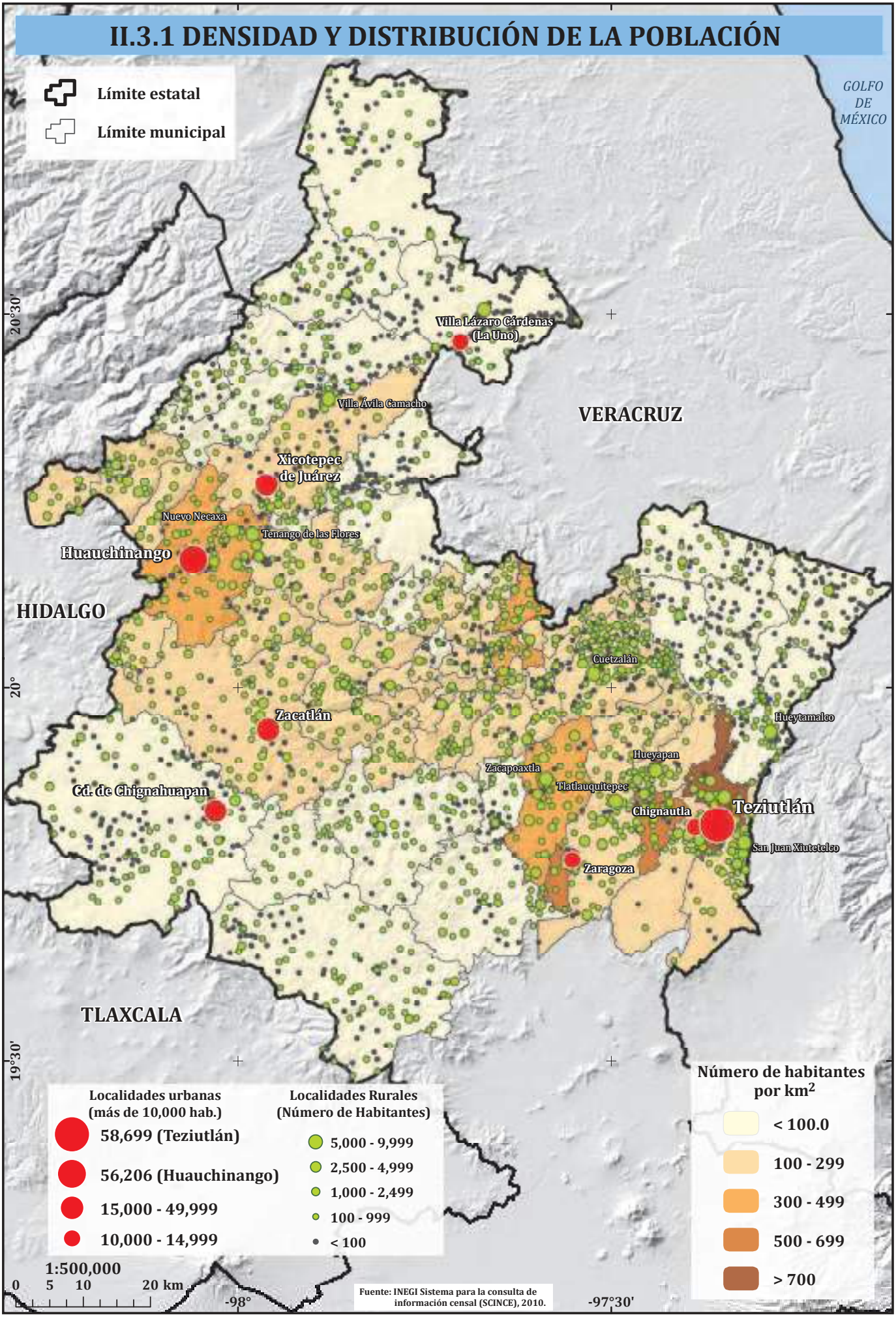
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2014), *Índice de Desarrollo Humano Municipal en México: nueva metodología* [http://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/library/poverty/idh-municipal-en-mexico--nueva-metodologia.html].

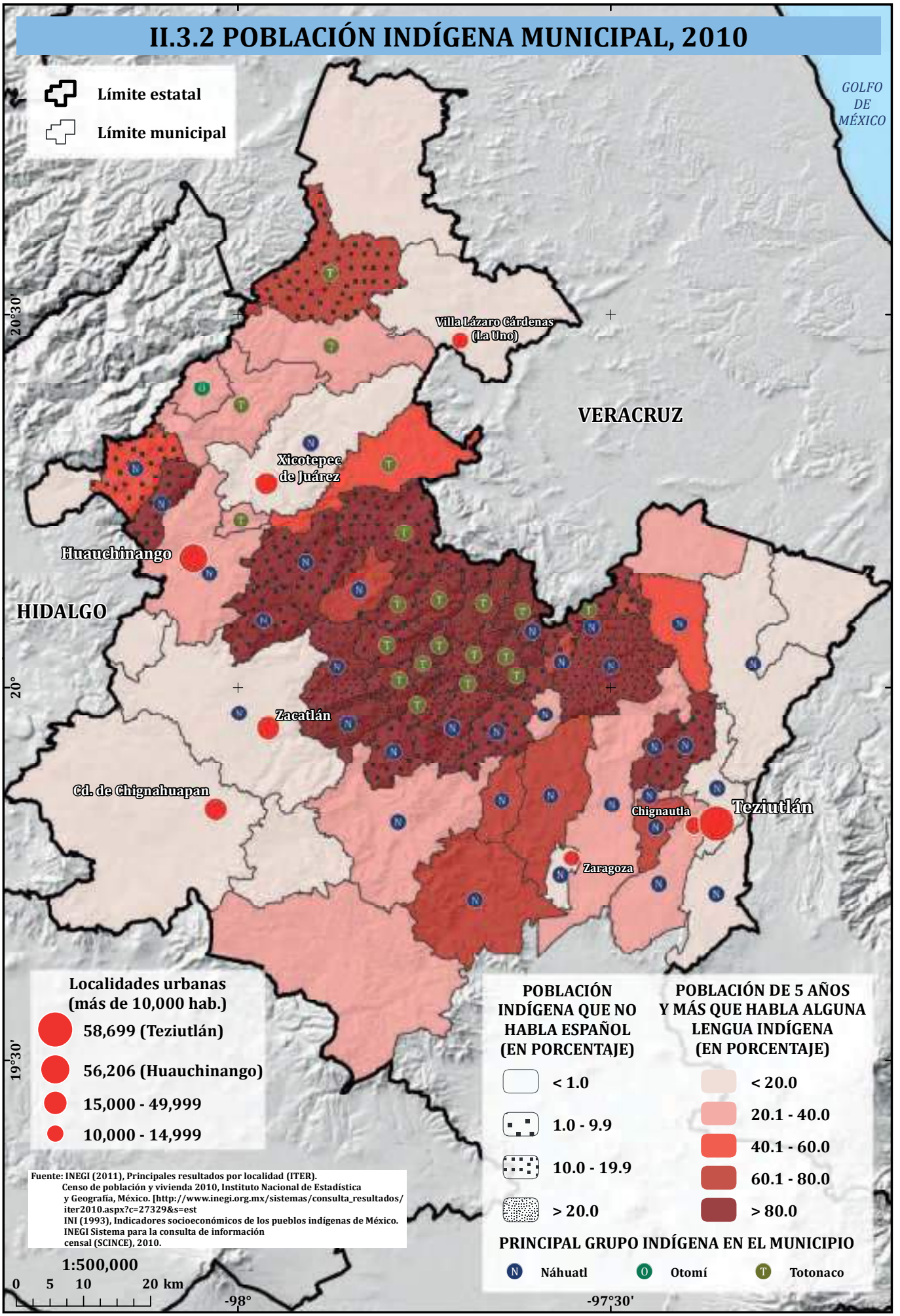
SAGARPA-SIAP (2015), *Estadística de la producción agrícola en 2013* [http://www.sagarpa.gob.mx/quienesomos/datosabiertos/siap/Paginas/estadistica.aspx]. Consulta: 10/09/16.

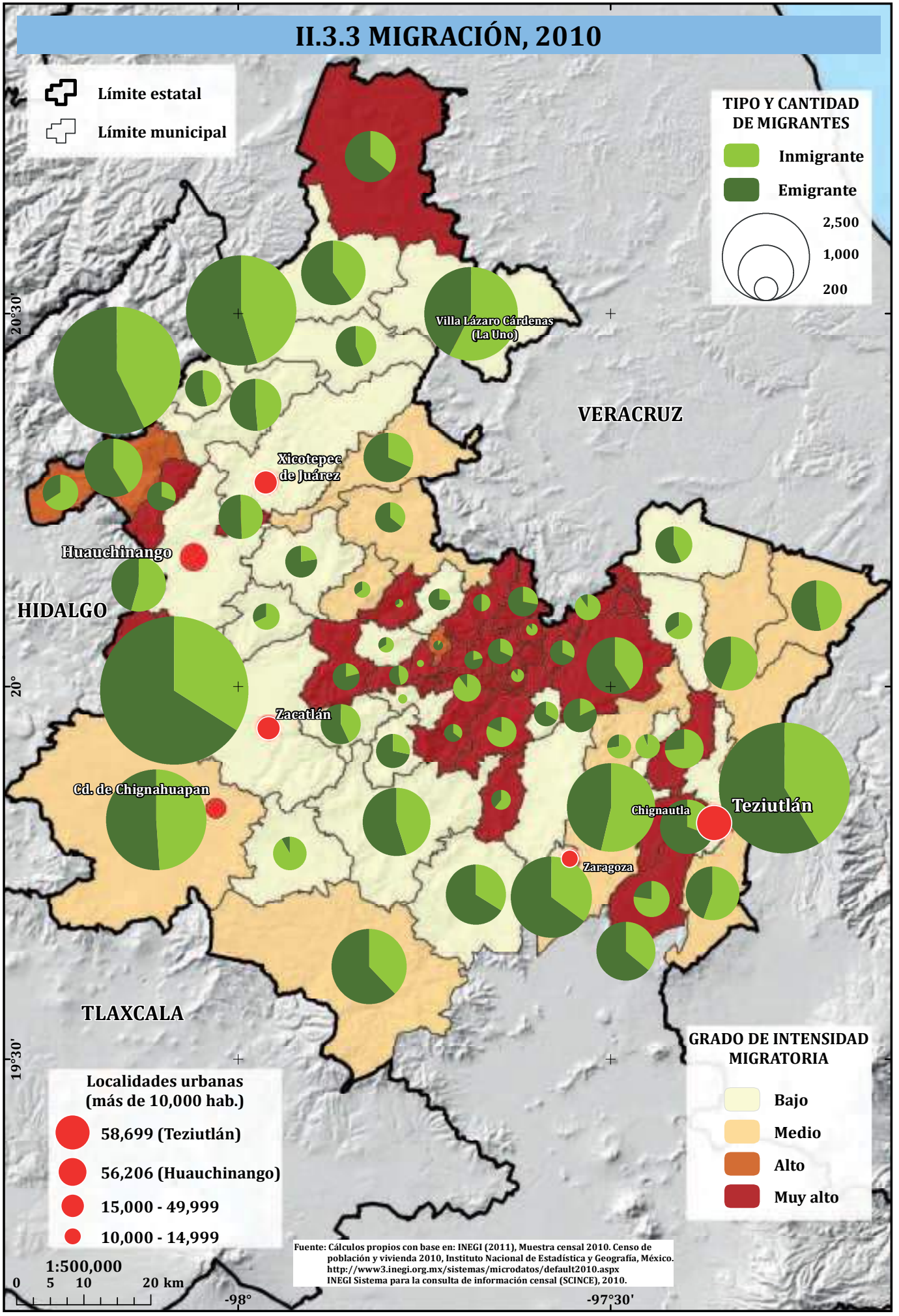
Secretaría de Turismo (2001), *Programa Pueblos Mágicos* [http://www.ordenjuridico.gob.mx/Publicaciones/CDs2008/CDProgramasyreglas/pdf/45.pdf].

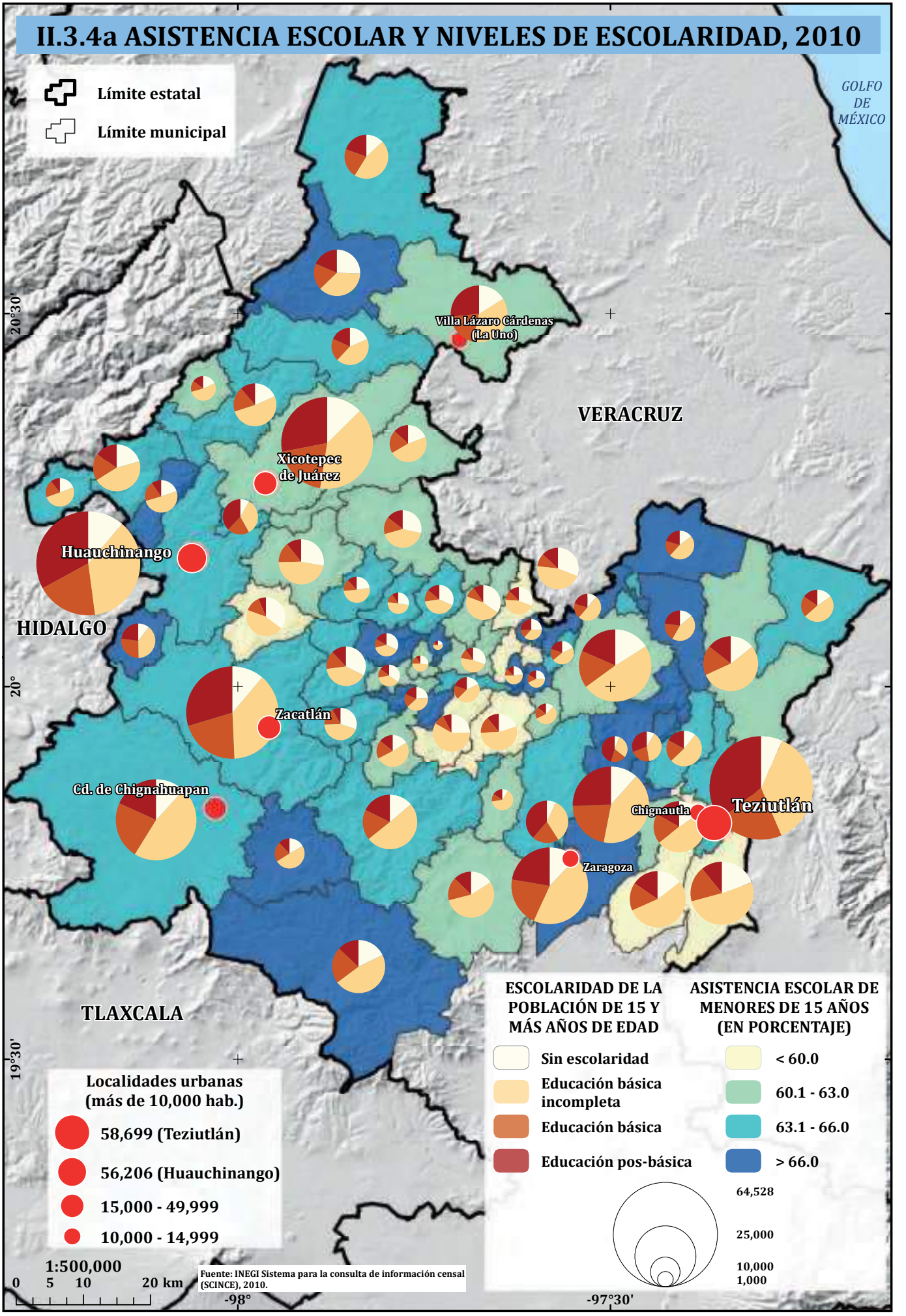
Zolla, Carlos y Emiliano Zolla Márquez (2004), *Los Pueblos Indígenas de México 100 preguntas, Universidad Nacional Autónoma de México*, México, pp 88.

II.3.1 DENSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN

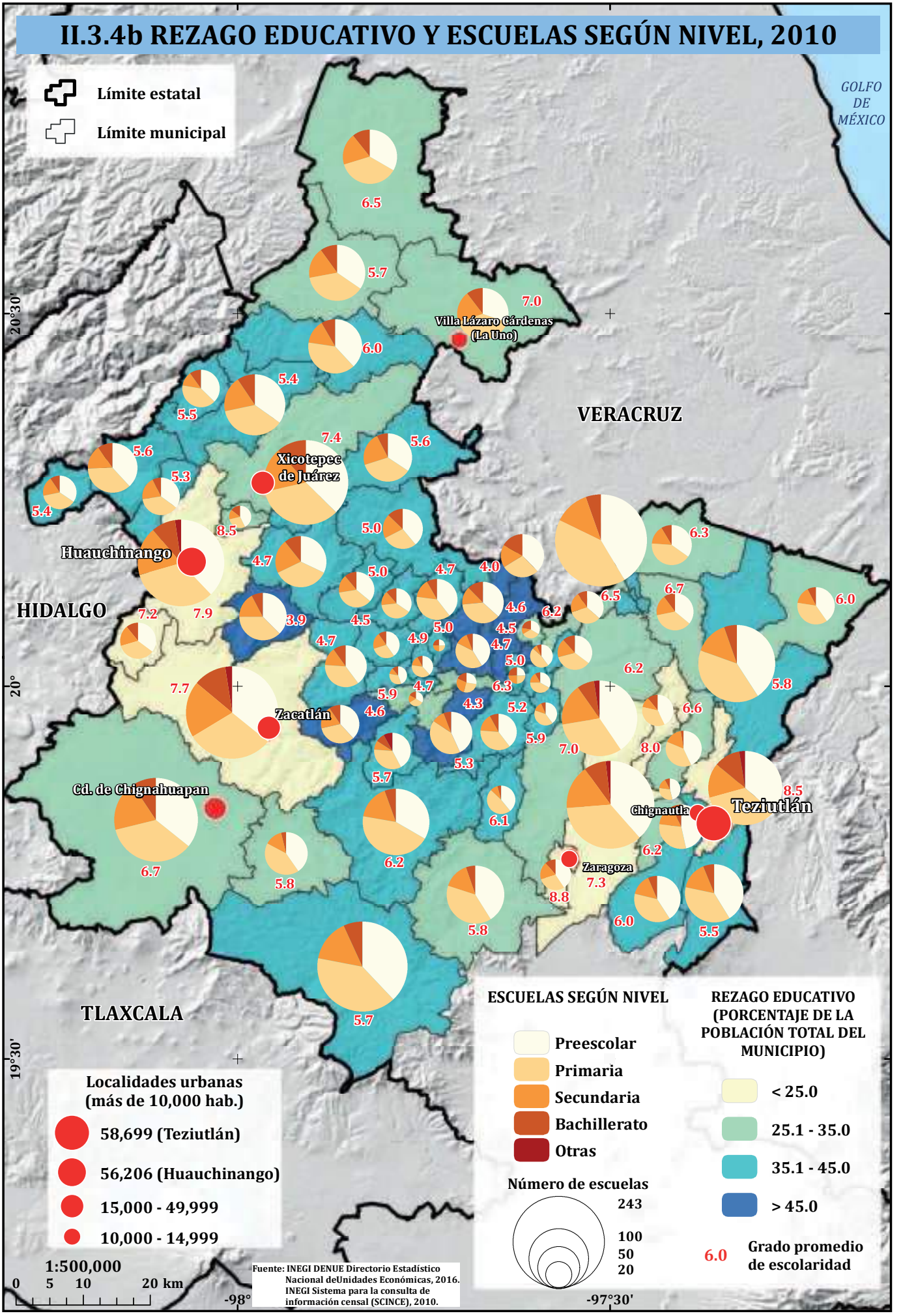


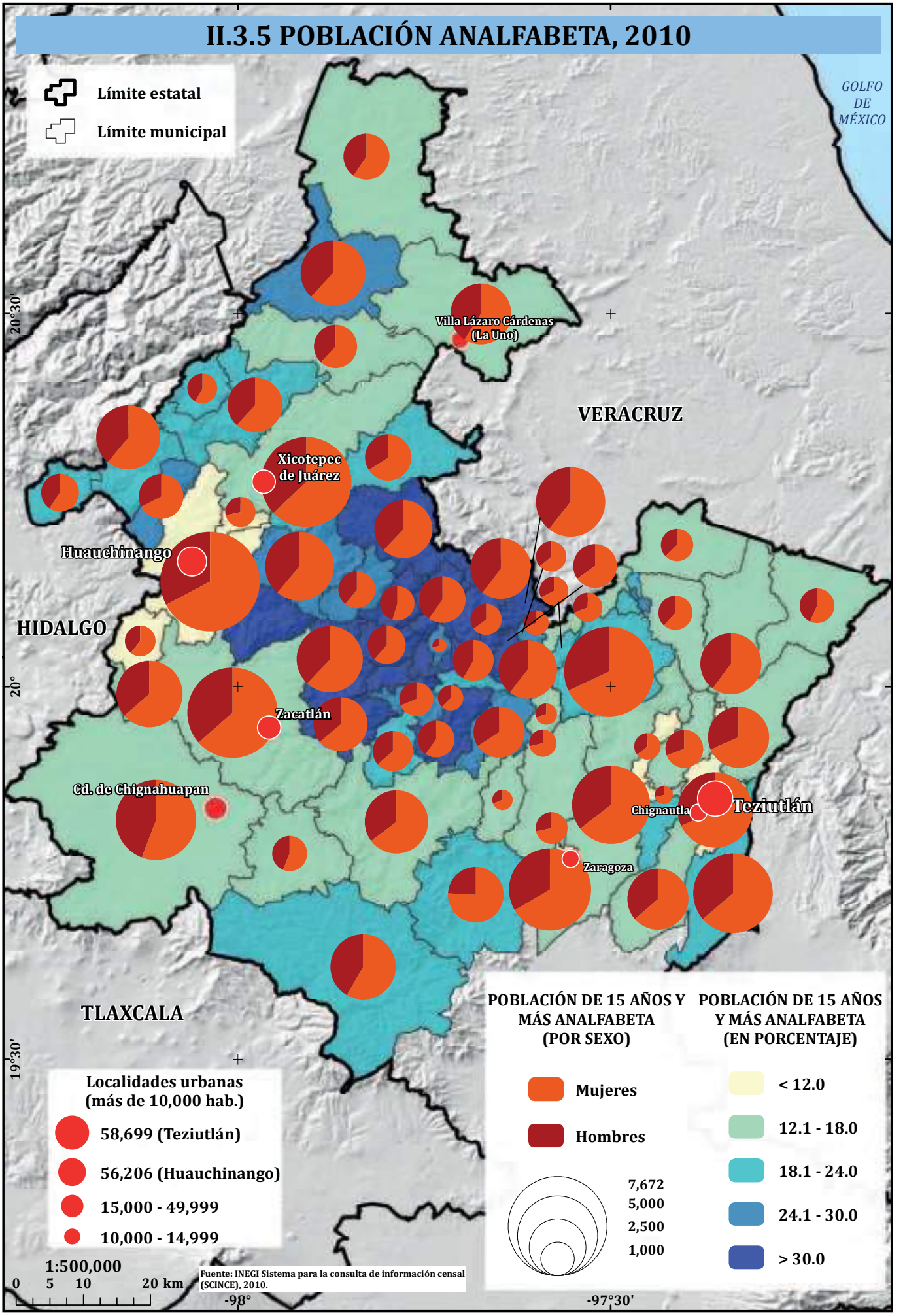

II.3.2 POBLACIÓN INDÍGENA MUNICIPAL, 2010
Límite estatal
Límite municipal
GOLFO DE MÉXICO
VERACRUZ
HIDALGO
Villa Lázaro Cárdenas (La Uno)
Xicotepec de Juárez
Huauchinango
Zacatlán
Cd. de Chignahuapan
Chignautla
Teziutlán
Zaragoza
20°30'
20°
19°30'
-98°
-97°30'
Localidades urbanas (más de 10,000 hab.)
58,699 (Teziutlán)
56,206 (Huauchinango)
15,000 - 49,999
10,000 - 14,999
POBLACIÓN INDÍGENA QUE NO HABLA ESPAÑOL (EN PORCENTAJE)
< 1.0
1.0 - 9.9
10.0 - 19.9
> 20.0
POBLACIÓN DE 5 AÑOS Y MÁS QUE HABLA ALGUNA LENGUA INDÍGENA (EN PORCENTAJE)
< 20.0
20.1 - 40.0
40.1 - 60.0
60.1 - 80.0
> 80.0
PRINCIPAL GRUPO INDÍGENA EN EL MUNICIPIO
N Náhuatl
O Otomí
T Totonaco
Fuente: INEGI (2011), Principales resultados por localidad (ITER). Censo de población y vivienda 2010, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. [http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.aspx?c=27329&s=est
INI (1993), Indicadores socioeconómicos de los pueblos indígenas de México. INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.
1:500,000
0 5 10 20 km

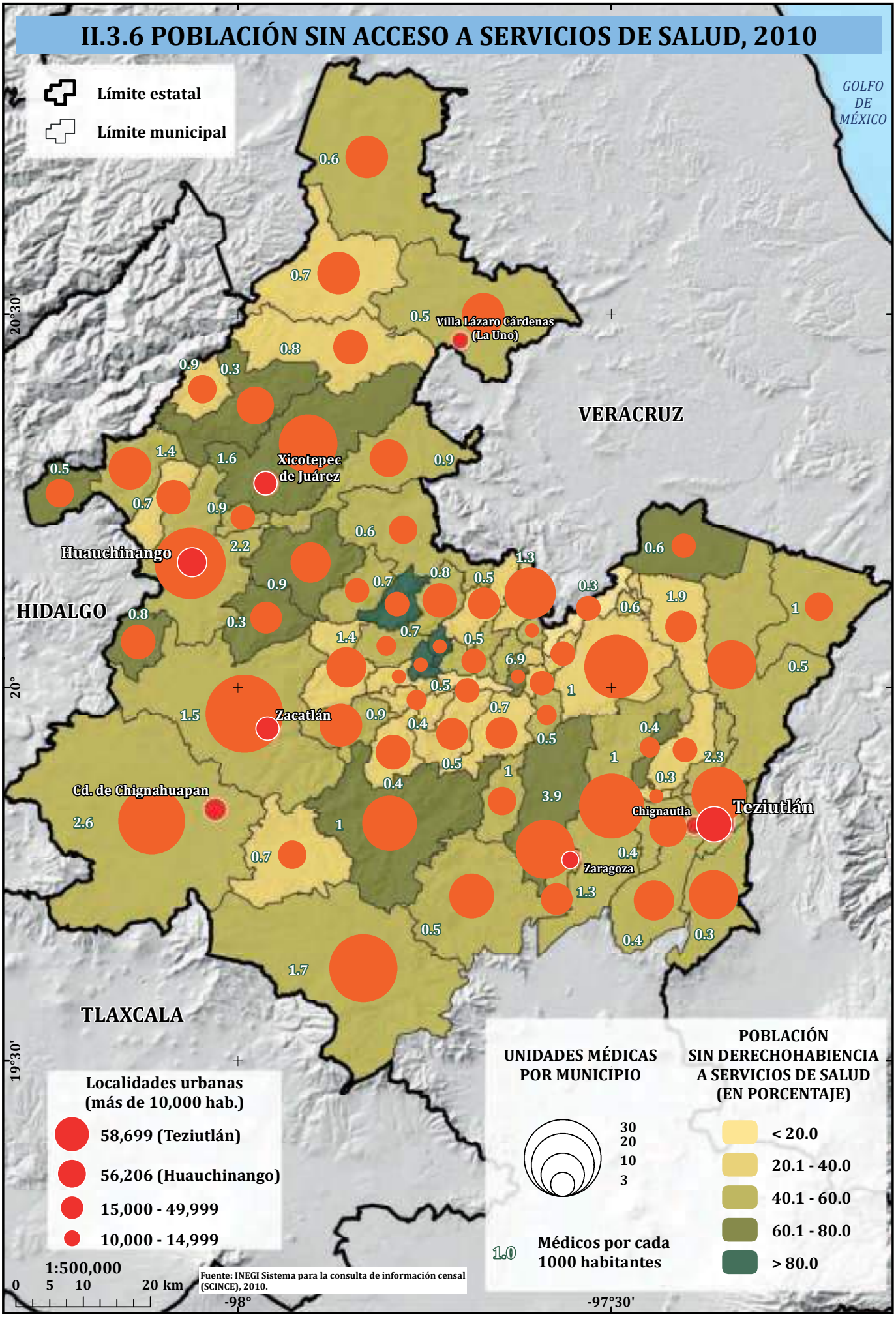

II.3.3 MIGRACIÓN, 2010
Límite estatal
Límite municipal
TIPO Y CANTIDAD DE MIGRANTES
Inmigrante
Emigrante
2,500
1,000
200
Villa Lázaro Cárdenas (La Uno)
VERACRUZ
Xicotepec de Juárez
Huauchinango
HIDALGO
Zacatlán
Cd. de Chignahuapan
Chignautla
Teziutlán
Zaragoza
TLAXCALA
20°30'
20°
19°30'
-98°
-97°30'
GRADO DE INTENSIDAD MIGRATORIA
Bajo
Medio
Alto
Muy alto
Localidades urbanas (más de 10,000 hab.)
58,699 (Teziutlán)
56,206 (Huauchinango)
15,000 - 49,999
10,000 - 14,999
1:500,000
0 5 10 20 km
Fuente: Cálculos propios con base en: INEGI (2011), Muestra censal 2010. Censo de población y vivienda 2010, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. http://www3.inegi.org.mx/sistemas/microdatos/default2010.aspx
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

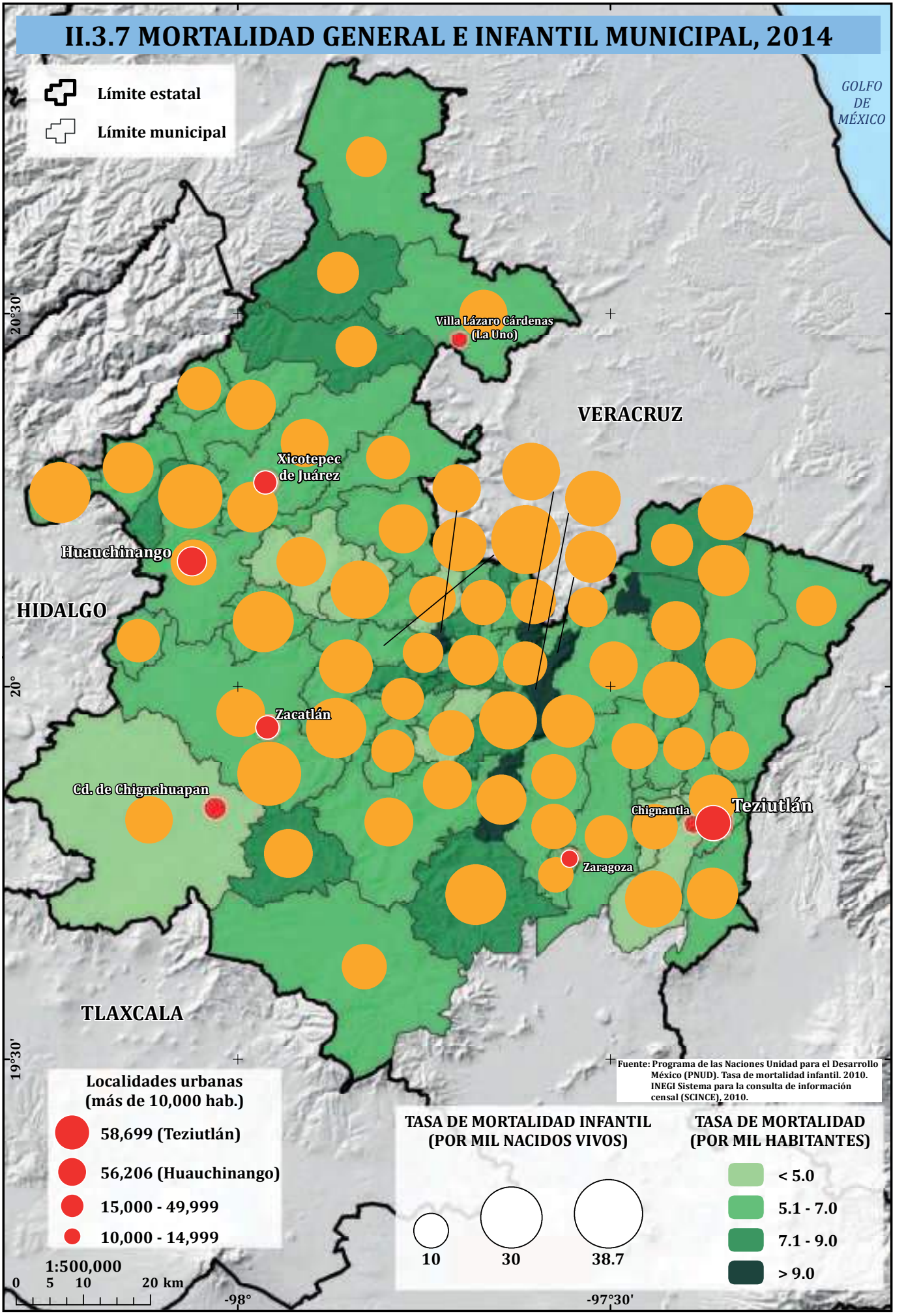

II.3.4a ASISTENCIA ESCOLAR Y NIVELES DE ESCOLARIDAD, 2010
Límite estatal
Límite municipal
GOLFO DE MÉXICO
VERACRUZ
HIDALGO
TLAXCALA
Villa Lázaro Cárdenas (La Uno)
Xicotepec de Juárez
Huauchinango
Zacatlán
Cd. de Chignahuapan
Chignautla
Teziutlán
Zaragoza
20°30'
20°
19°30'
-98°
-97°30'
Localidades urbanas (más de 10,000 hab.)
58,699 (Teziutlán)
56,206 (Huauchinango)
15,000 - 49,999
10,000 - 14,999
ESCOLARIDAD DE LA POBLACIÓN DE 15 Y MÁS AÑOS DE EDAD
Sin escolaridad
Educación básica incompleta
Educación básica
Educación pos-básica
ASISTENCIA ESCOLAR DE MENORES DE 15 AÑOS (EN PORCENTAJE)
< 60.0
60.1 - 63.0
63.1 - 66.0
> 66.0
64,528
25,000
10,000
1,000
1:500,000
0 5 10 20 km
Fuente: INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

II.3.4b REZAGO EDUCATIVO Y ESCUELAS SEGÚN NIVEL, 2010

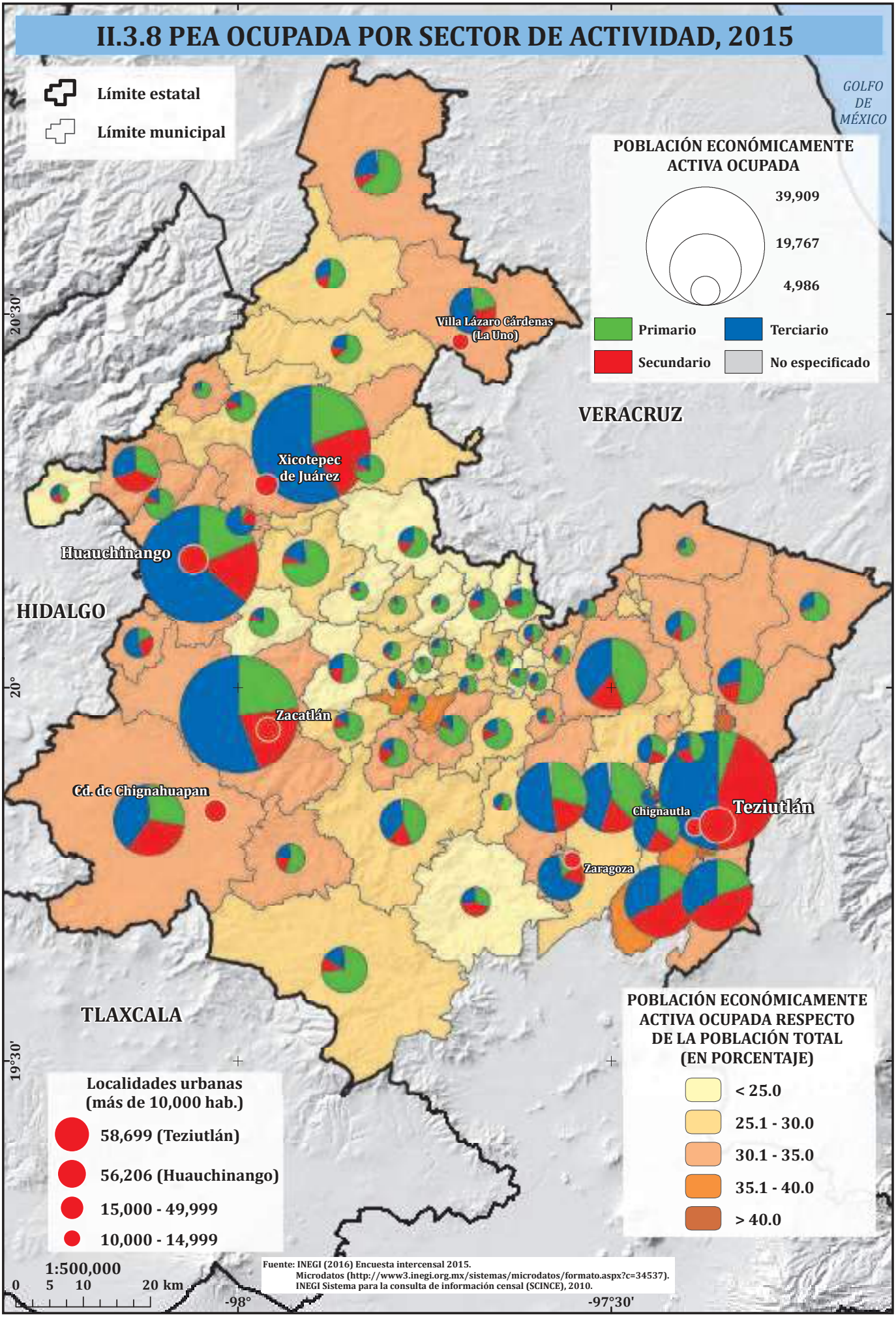


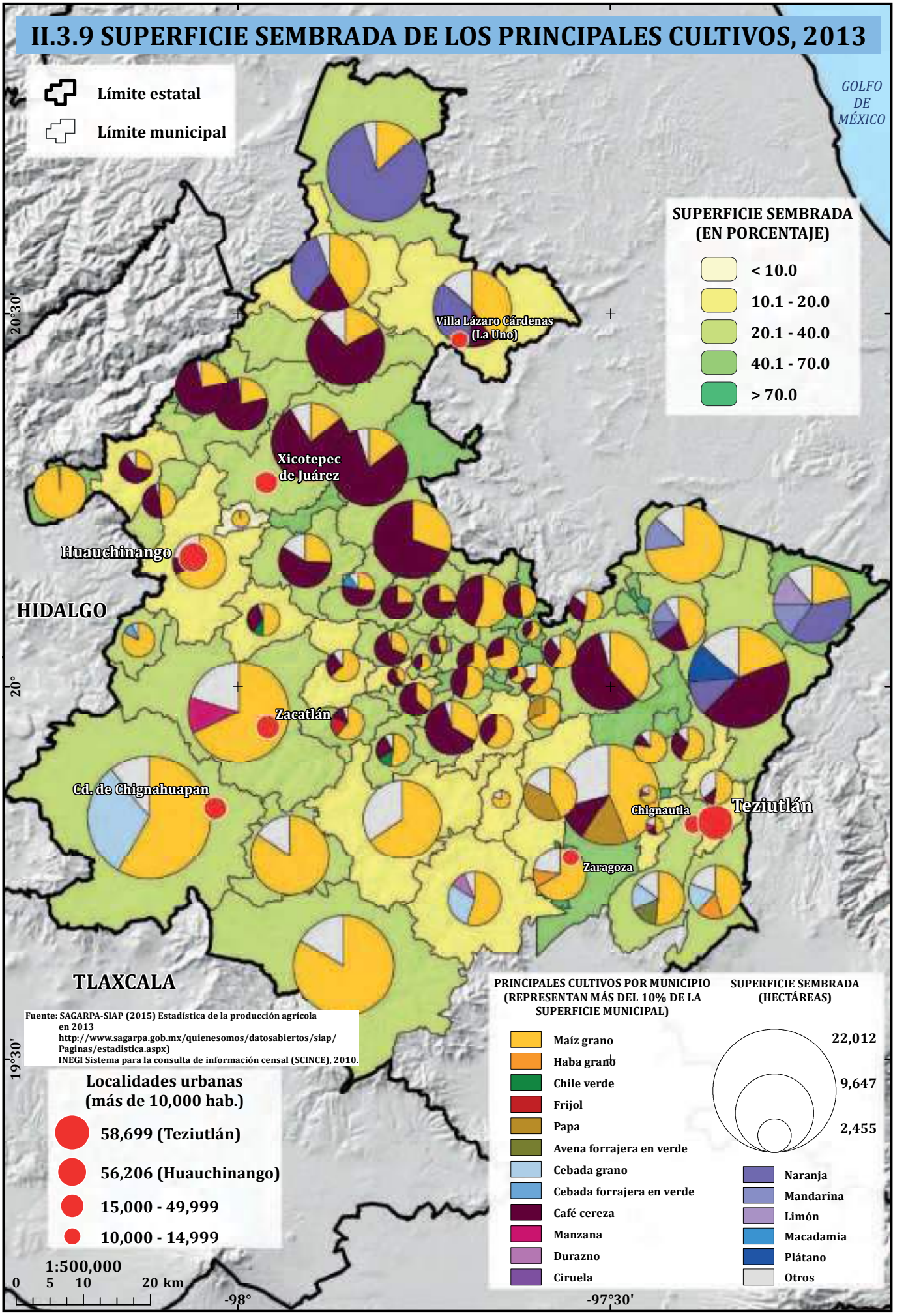

II.3.5 POBLACIÓN ANALFABETA, 2010
Límite estatal
Límite municipal
GOLFO DE MÉXICO
VERACRUZ
HIDALGO
TLAXCALA
Villa Lázaro Cárdenas (La Uno)
Xicotepec de Juárez
Huauchinango
Zacatlán
Cd. de Chignahuapan
Chignautla
Teziutlán
Zaragoza
20°30'
20°
19°30'
-98°
-97°30'
Localidades urbanas (más de 10,000 hab.)
58,699 (Teziutlán)
56,206 (Huauchinango)
15,000 - 49,999
10,000 - 14,999
1:500,000
0 5 10 20 km
Fuente: INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.
POBLACIÓN DE 15 AÑOS Y MÁS ANALFABETA (POR SEXO)
Mujeres
Hombres
7,672
5,000
2,500
1,000
POBLACIÓN DE 15 AÑOS Y MÁS ANALFABETA (EN PORCENTAJE)
< 12.0
12.1 - 18.0
18.1 - 24.0
24.1 - 30.0
> 30.0


II.3.6 POBLACIÓN SIN ACCESO A SERVICIOS DE SALUD, 2010
Límite estatal
Límite municipal
GOLFO DE MÉXICO
VERACRUZ
HIDALGO
TLAXCALA
Villa Lázaro Cárdenas (La Uno)
Xicotepec de Juárez
Huauchinango
Zacatlán
Cd. de Chignahuapan
Chignautla
Teziutlán
Zaragoza
20°30'
20°
19°30'
-98°
-97°30'
Localidades urbanas (más de 10,000 hab.)
58,699 (Teziutlán)
56,206 (Huauchinango)
15,000 - 49,999
10,000 - 14,999
1:500,000
0 5 10 20 km
Fuente: INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.
UNIDADES MÉDICAS POR MUNICIPIO
30
20
10
3
1.0 Médicos por cada 1000 habitantes
POBLACIÓN SIN DERECHOHABIENCIA A SERVICIOS DE SALUD (EN PORCENTAJE)
< 20.0
20.1 - 40.0
40.1 - 60.0
60.1 - 80.0
> 80.0

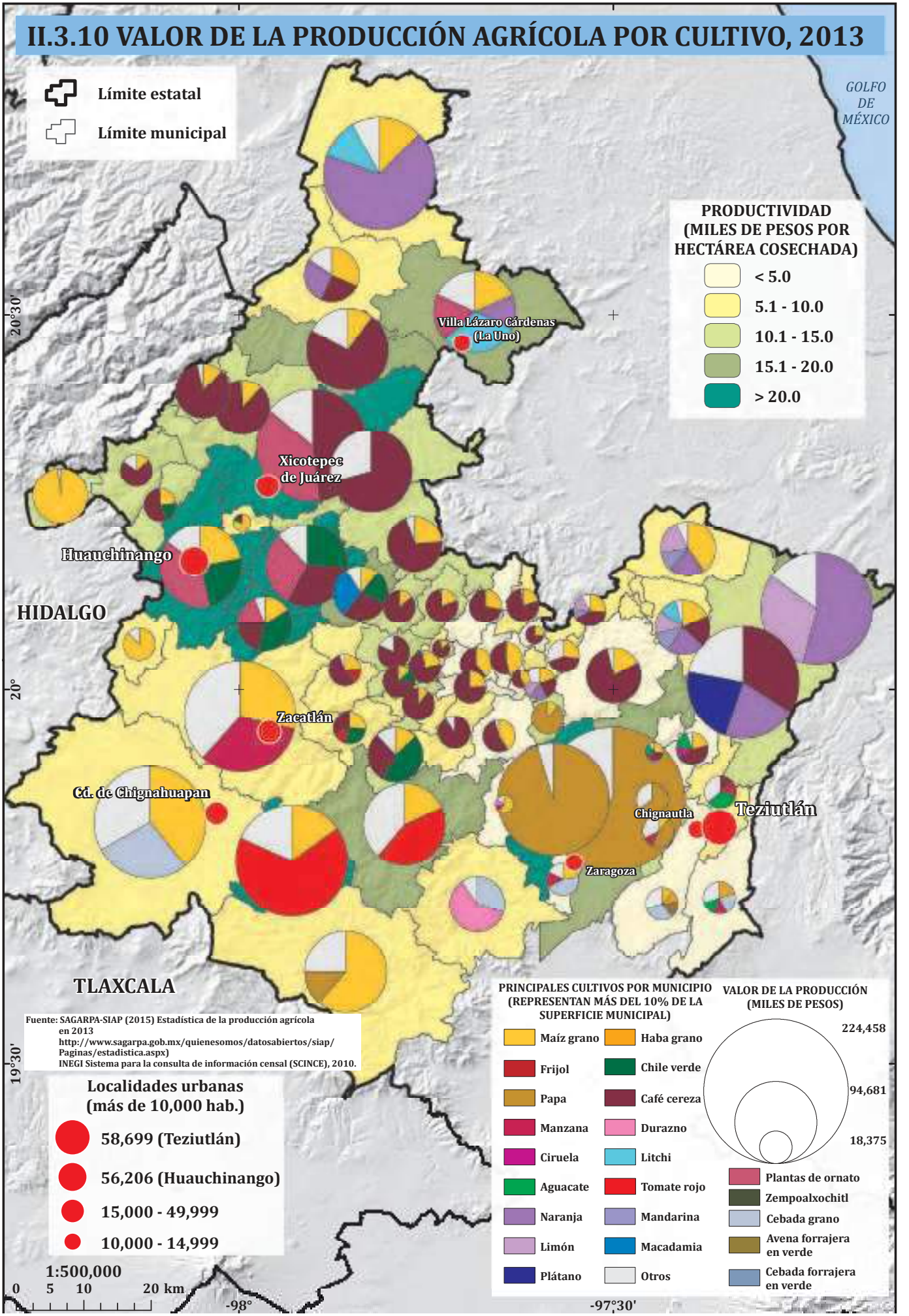

II.3.7 MORTALIDAD GENERAL E INFANTIL MUNICIPAL, 2014
Límite estatal
Límite municipal
GOLFO DE MÉXICO
VERACRUZ
HIDALGO
TLAXCALA
Villa Lázaro Cárdenas (La Uno)
Xicotepec de Juárez
Huauchinango
Zacatlán
Cd. de Chignahuapan
Chignautla
Teziutlán
Zaragoza
20°30'
20°
19°30'
-98°
-97°30'
Localidades urbanas (más de 10,000 hab.)
58,699 (Teziutlán)
56,206 (Huauchinango)
15,000 - 49,999
10,000 - 14,999
1:500,000
0 5 10 20 km
Fuente: Programa de las Naciones Unidad para el Desarrollo México (PNUD). Tasa de mortalidad infantil. 2010. INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.
TASA DE MORTALIDAD INFANTIL (POR MIL NACIDOS VIVOS)
10
30
38.7
TASA DE MORTALIDAD (POR MIL HABITANTES)
< 5.0
5.1 - 7.0
7.1 - 9.0
> 9.0

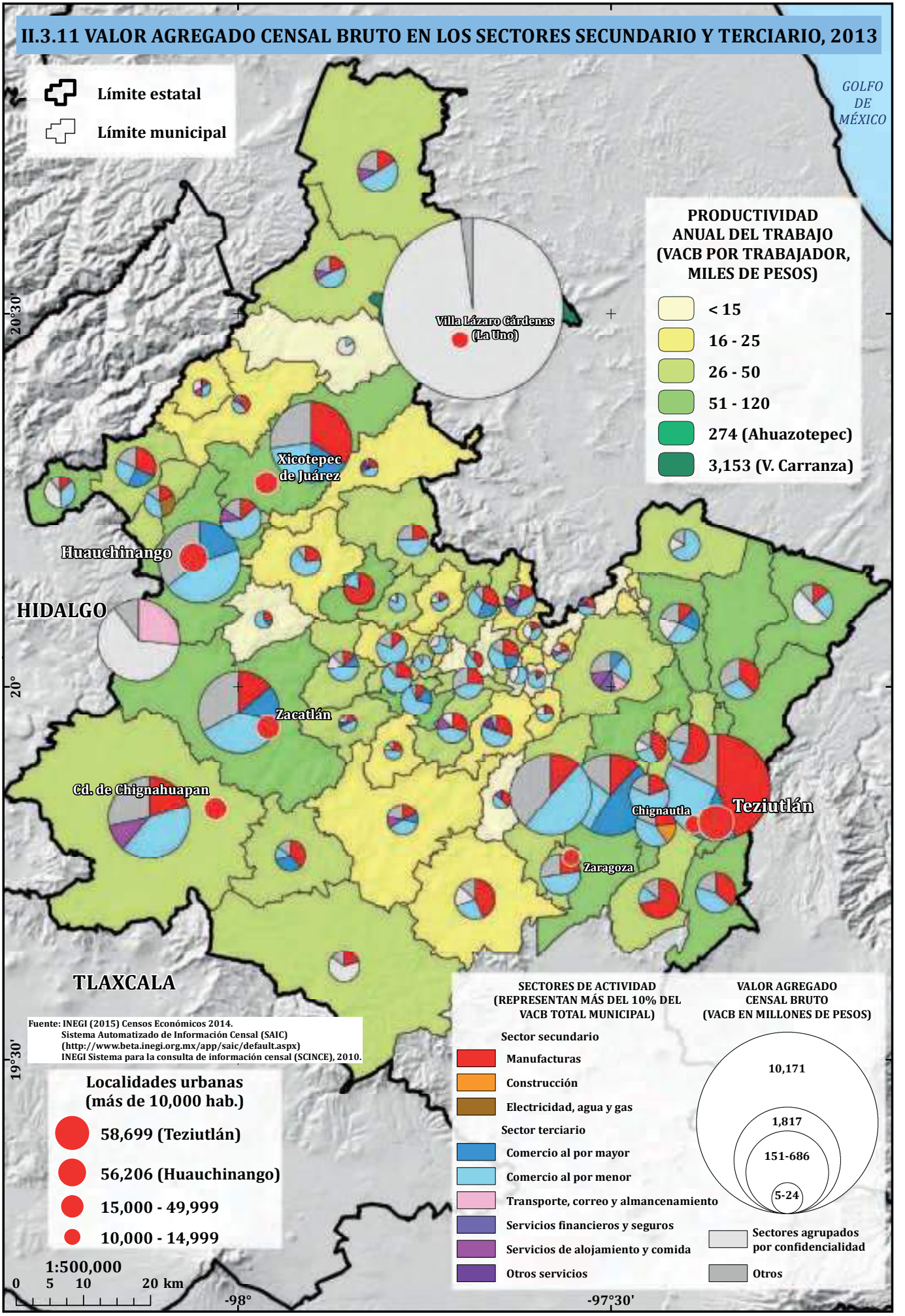
II.3.8 PEA OCUPADA POR SECTOR DE ACTIVIDAD, 2015



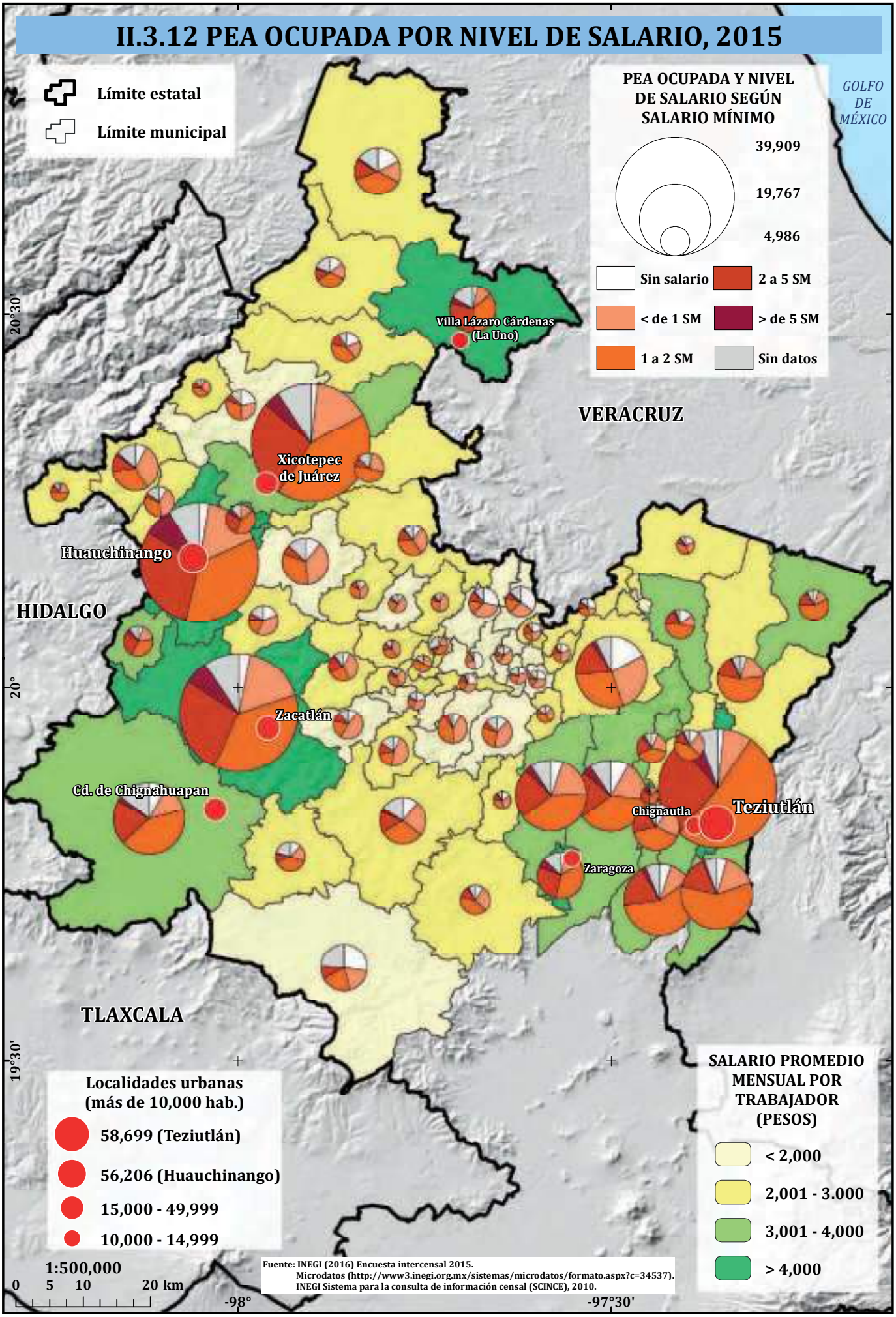

II.3.9 SUPERFICIE SEMBRADA DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS, 2013
Límite estatal
Límite municipal
GOLFO DE MÉXICO
SUPERFICIE SEMBRADA (EN PORCENTAJE)
< 10.0
10.1 - 20.0
20.1 - 40.0
40.1 - 70.0
> 70.0
Villa Lázaro Cárdenas (La Uno)
Xicotepec de Juárez
Huauchinango
HIDALGO
Zacatlán
Cd. de Chignahuapan
Chignautla
Teziutlán
Zaragoza
TLAXCALA
20°30'
20°
19°30'
-98°
-97°30'
Fuente: SAGARPA-SIAP (2015) Estadística de la producción agrícola en 2013
http://www.sagarpa.gob.mx/quienesomos/datosabiertos/siap/Paginas/estadistica.aspx)
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.
Localidades urbanas (más de 10,000 hab.)
58,699 (Teziutlán)
56,206 (Huauchinango)
15,000 - 49,999
10,000 - 14,999
1:500,000
0 5 10 20 km
PRINCIPALES CULTIVOS POR MUNICIPIO (REPRESENTAN MÁS DEL 10% DE LA SUPERFICIE MUNICIPAL)
Maíz grano
Haba grano
Chile verde
Frijol
Papa
Avena forrajera en verde
Cebada grano
Cebada forrajera en verde
Café cereza
Manzana
Durazno
Ciruela
SUPERFICIE SEMBRADA (HECTÁREAS)
22,012
9,647
2,455
Naranja
Mandarina
Limón
Macadamia
Plátano
Otros

II.3.10 VALOR DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA POR CULTIVO, 2013



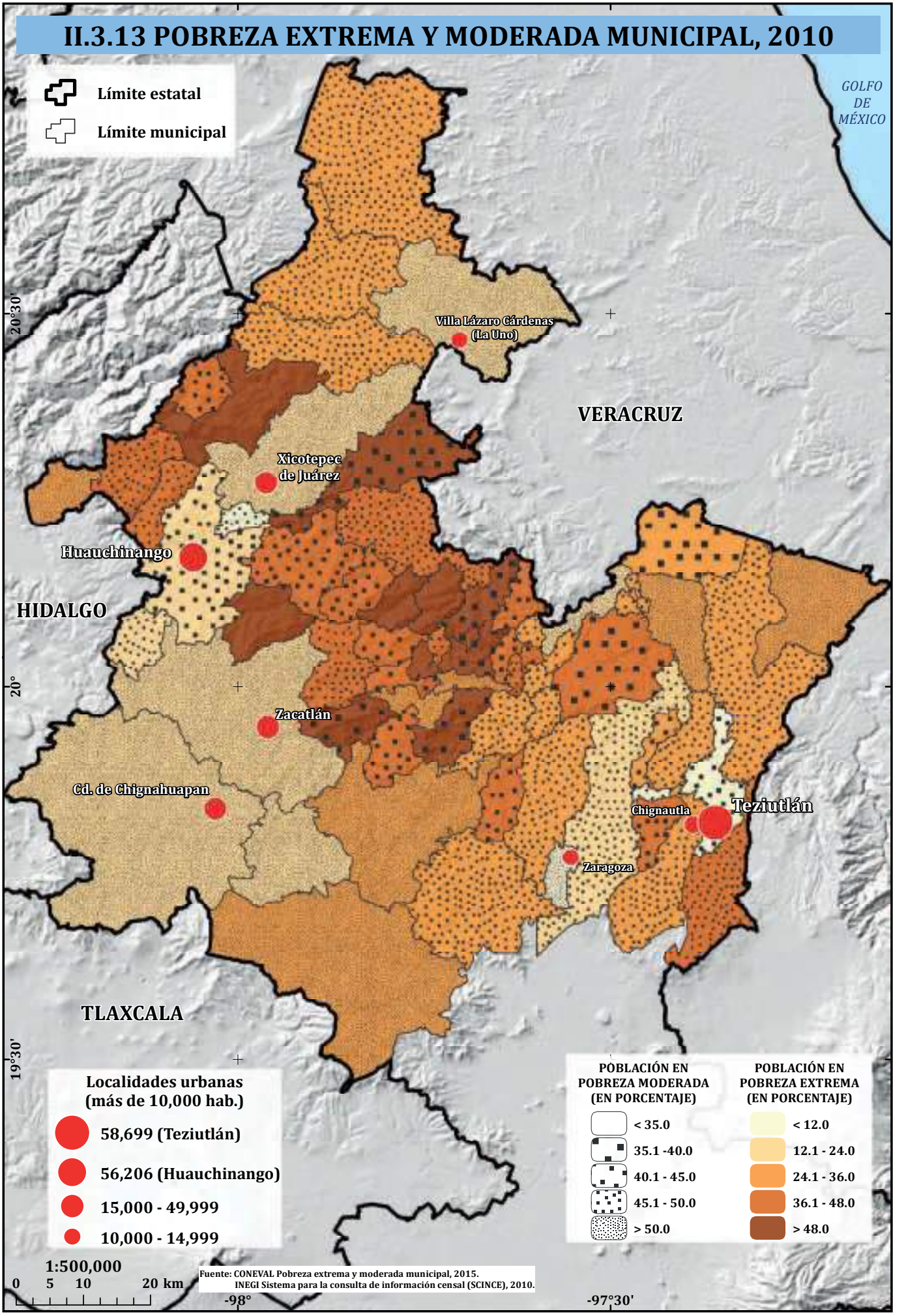

II.3.11 VALOR AGREGADO CENSAL BRUTO EN LOS SECTORES SECUNDARIO Y TERCIARIO, 2013
Límite estatal
Límite municipal
GOLFO DE MÉXICO
PRODUCTIVIDAD ANUAL DEL TRABAJO (VACB POR TRABAJADOR, MILES DE PESOS)
< 15
16 - 25
26 - 50
51 - 120
274 (Ahuazotepec)
3,153 (V. Carranza)
Villa Lázaro Cárdenas (La Uno)
Xicotepec de Juárez
Huauchinango
HIDALGO
Zacatlán
Cd. de Chignahuapan
Chignautla
Teziutlán
Zaragoza
TLAXCALA
20°30'
20°
19°30'
-98°
-97°30'
Fuente: INEGI (2015) Censos Económicos 2014.
Sistema Automatizado de Información Censal (SAIC)
(http://www.beta.inegi.org.mx/app/saic/default.aspx)
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.
Localidades urbanas (más de 10,000 hab.)
58,699 (Teziutlán)
56,206 (Huauchinango)
15,000 - 49,999
10,000 - 14,999
1:500,000
0 5 10 20 km
SECTORES DE ACTIVIDAD (REPRESENTAN MÁS DEL 10% DEL VACB TOTAL MUNICIPAL)
Sector secundario
Manufacturas
Construcción
Electricidad, agua y gas
Sector terciario
Comercio al por mayor
Comercio al por menor
Transporte, correo y almancenamiento
Servicios financieros y seguros
Servicios de alojamiento y comida
Otros servicios
VALOR AGREGADO CENSAL BRUTO (VACB EN MILLONES DE PESOS)
10,171
1,817
151-686
5-24
Sectores agrupados por confidencialidad
Otros

II.3.12 PEA OCUPADA POR NIVEL DE SALARIO, 2015



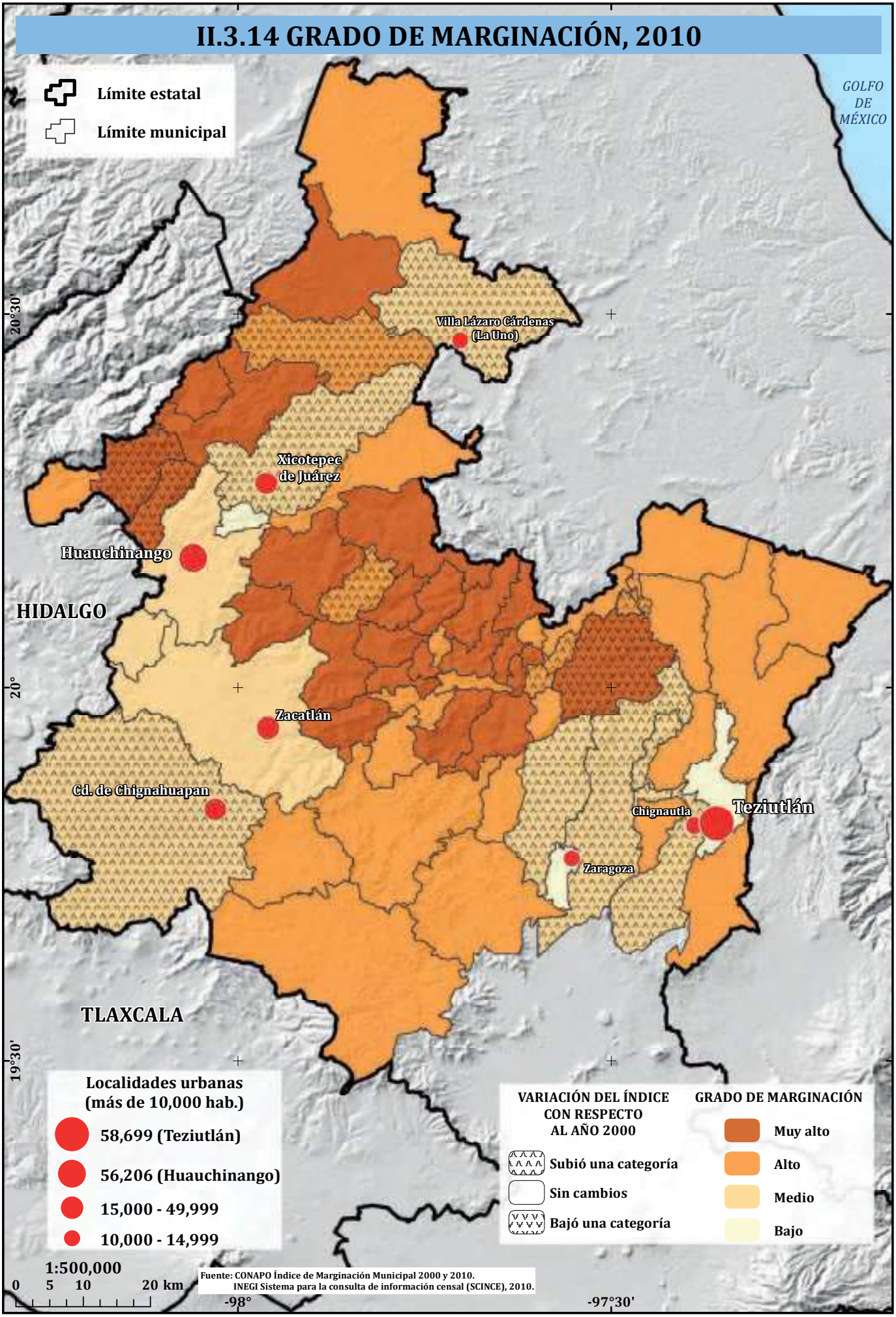
Fuente: INEGI (2016) Encuesta intercensal 2015.
Microdatos (http://www3.inegi.org.mx/sistemas/microdatos/formato.aspx?c=34537).
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

II.3.13 POBREZA EXTREMA Y MODERADA MUNICIPAL, 2010

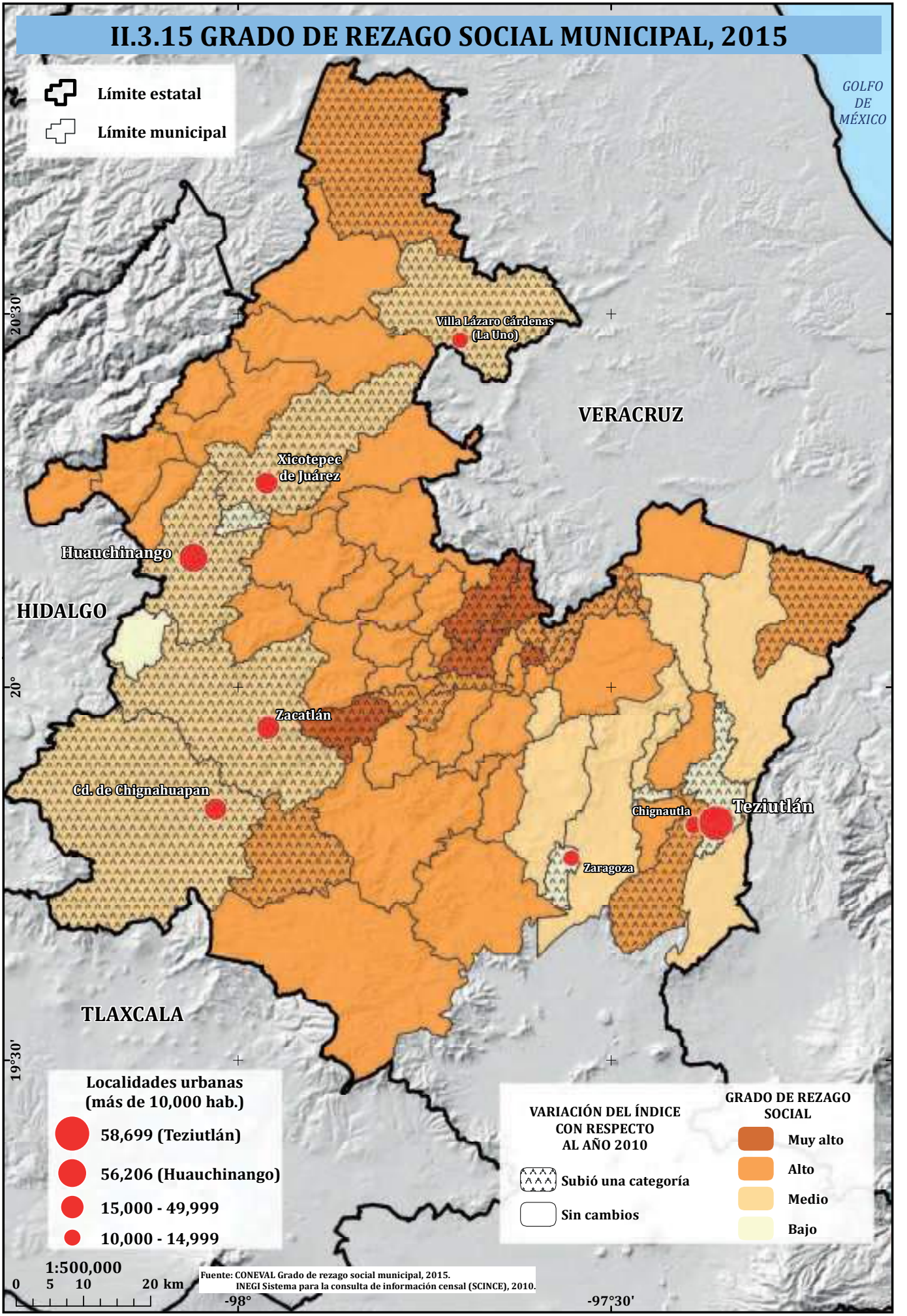


Fuente: CONEVAL Pobreza extrema y moderada municipal, 2015.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

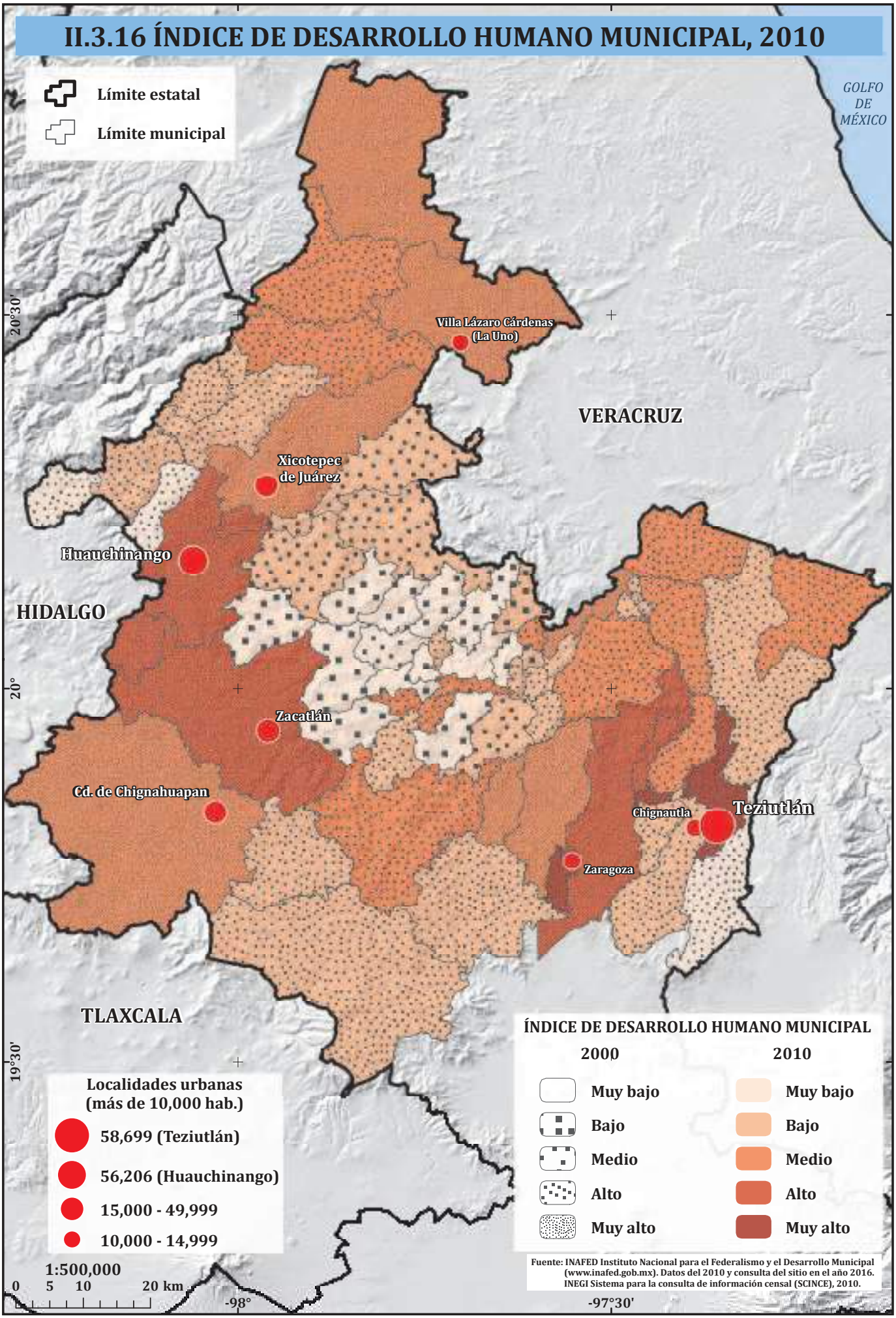
II.3.14 GRADO DE MARGINACIÓN, 2010



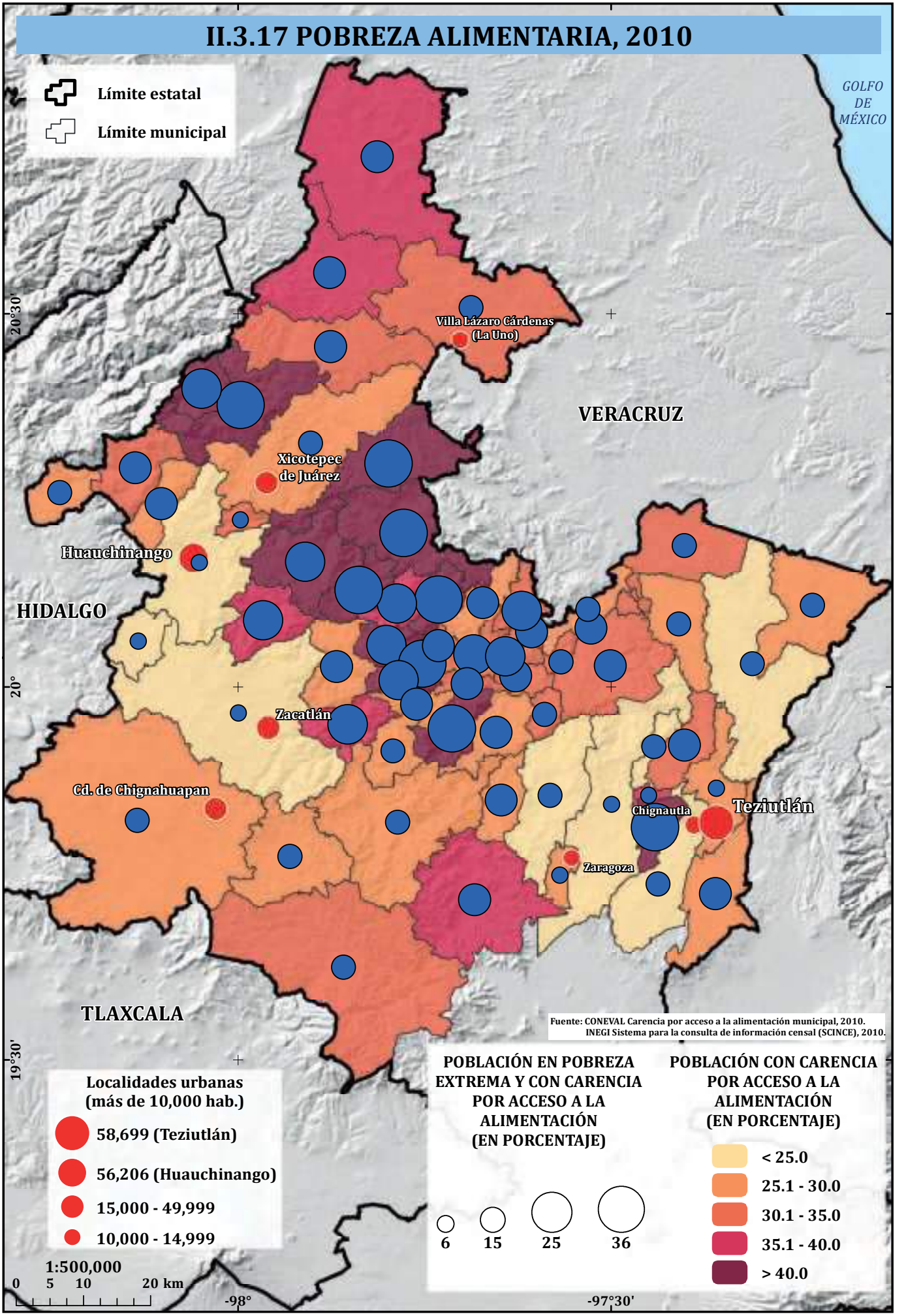
Fuente: CONAPO Índice de Marginación Municipal 2000 y 2010.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.


II.3.15 GRADO DE REZAGO SOCIAL MUNICIPAL, 2015
Límite estatal
Límite municipal
GOLFO DE MÉXICO
VERACRUZ
HIDALGO
TLAXCALA
Villa Lázaro Cárdenas (La Uno)
Xicotepec de Juárez
Huauchinango
Zacatlán
Cd. de Chignahuapan
Chignautla
Teziutlán
Zaragoza
20°30'
20°
19°30'
-98°
-97°30'
Localidades urbanas (más de 10,000 hab.)
58,699 (Teziutlán)
56,206 (Huauchinango)
15,000 - 49,999
10,000 - 14,999
VARIACIÓN DEL ÍNDICE CON RESPECTO AL AÑO 2010
Subió una categoría
Sin cambios
GRADO DE REZAGO SOCIAL
Muy alto
Alto
Medio
Bajo
1:500,000
0 5 10 20 km
Fuente: CONEVAL Grado de rezago social municipal, 2015.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

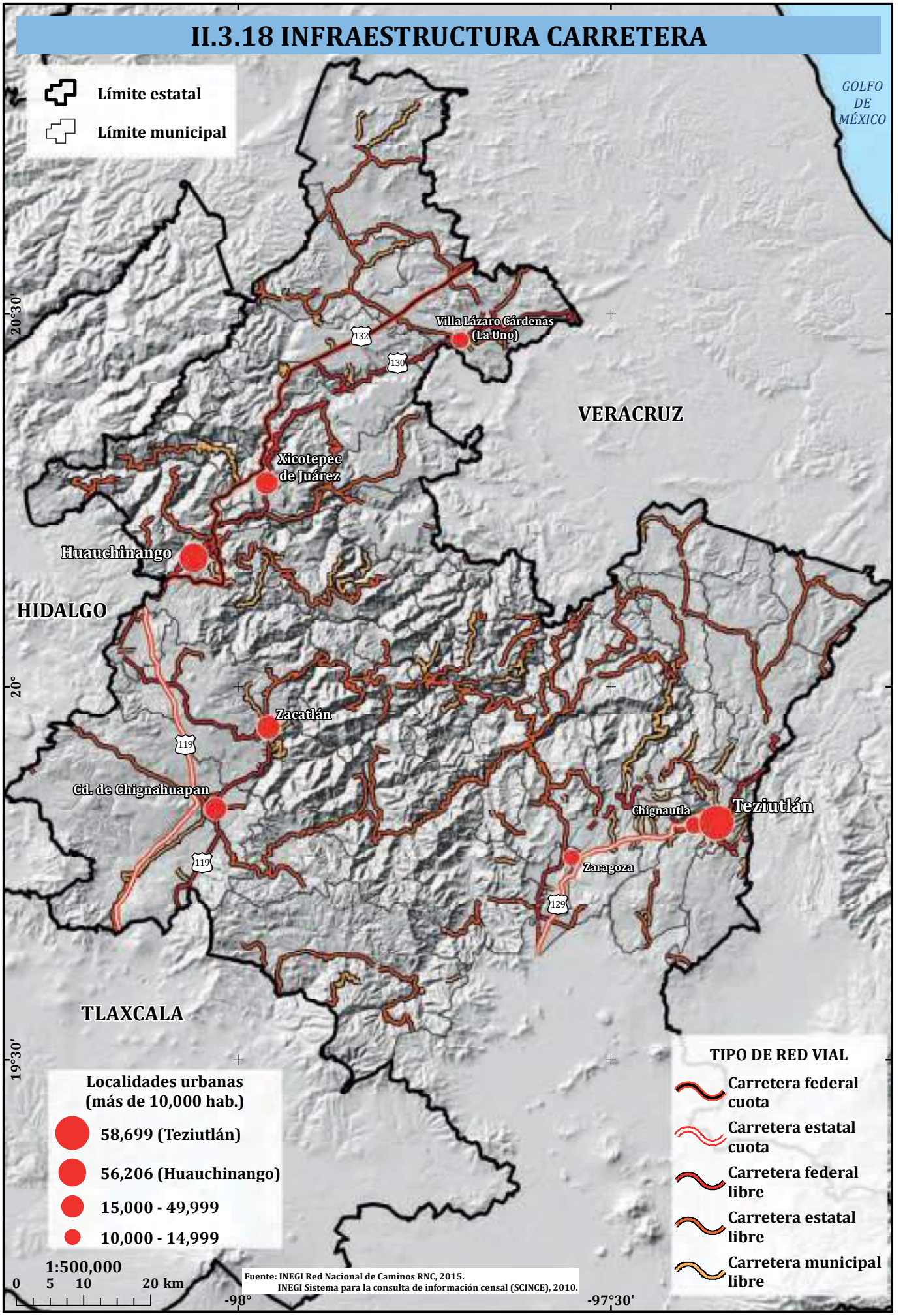
II.3.16 ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO MUNICIPAL, 2010



Fuente: INAFED Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (www.inafed.gob.mx). Datos del 2010 y consulta del sitio en el año 2016. INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

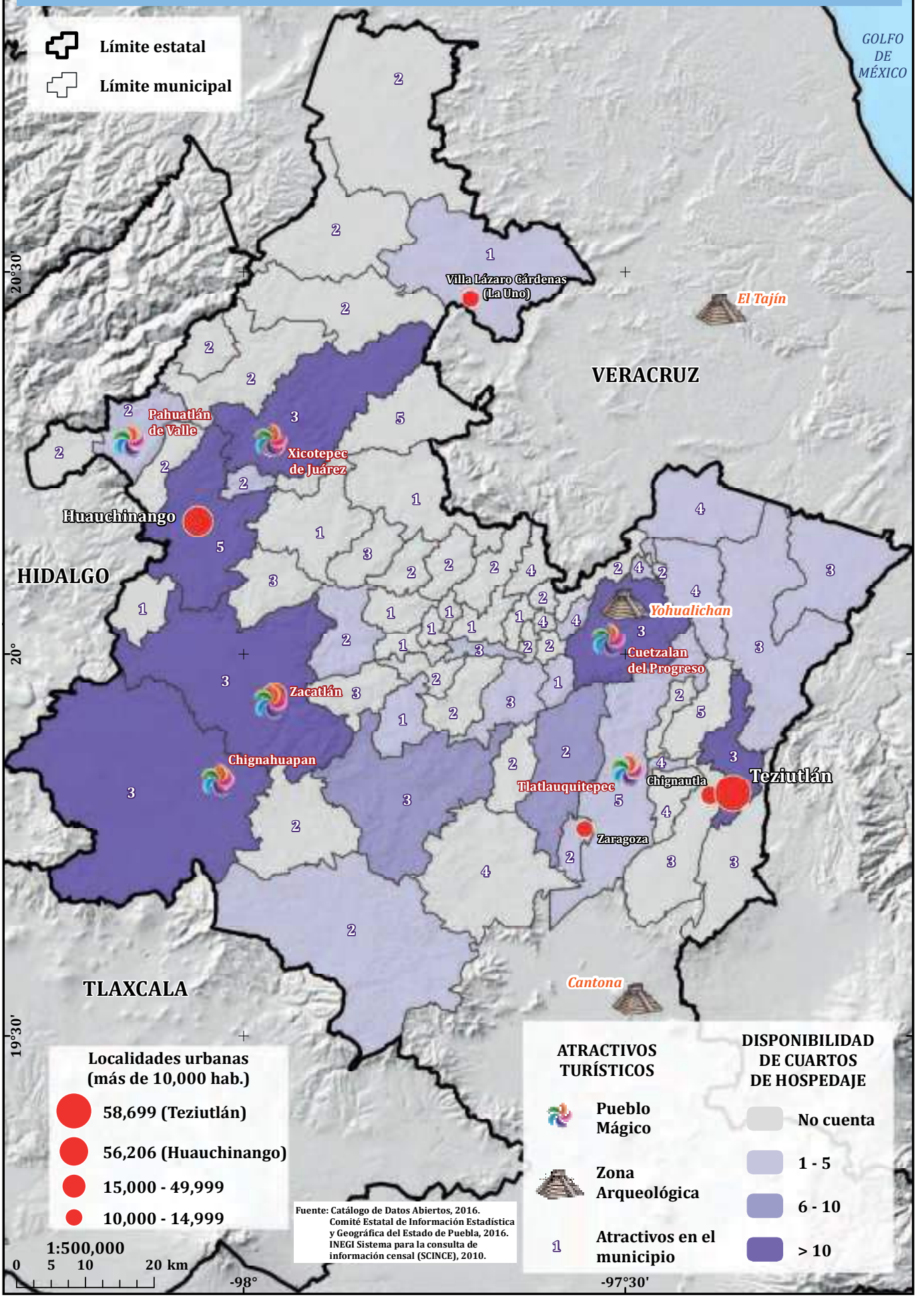

II.3.17 POBREZA ALIMENTARIA, 2010
Límite estatal
Límite municipal
GOLFO DE MÉXICO
VERACRUZ
HIDALGO
TLAXCALA
Villa Lázaro Cárdenas (La Uno)
Xicotepec de Juárez
Huauchinango
Zacatlán
Cd. de Chignahuapan
Chignautla
Teziutlán
Zaragoza
20°30'
20°
19°30'
-98°
-97°30'
Fuente: CONEVAL Carencia por acceso a la alimentación municipal, 2010.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.
Localidades urbanas (más de 10,000 hab.)
58,699 (Teziutlán)
56,206 (Huauchinango)
15,000 - 49,999
10,000 - 14,999
1:500,000
0 5 10 20 km
POBLACIÓN EN POBREZA EXTREMA Y CON CARENCIA POR ACCESO A LA ALIMENTACIÓN (EN PORCENTAJE)
6
15
25
36
POBLACIÓN CON CARENCIA POR ACCESO A LA ALIMENTACIÓN (EN PORCENTAJE)
< 25.0
25.1 - 30.0
30.1 - 35.0
35.1 - 40.0
> 40.0

II.3.18 INFRAESTRUCTURA CARRETERA



Fuente: INEGI Red Nacional de Caminos RNC, 2015.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

II.3.19 INFRAESTRUCTURA TURÍSTICA Y PUEBLOS MÁGICOS



III.
El municipio de Teziutlán (mapas 1:62,000)

III.3a Factores condicionantes de la susceptibilidad a PRM

Franny G. Murillo García, Ricardo J. Garnica Peña e Irasema Alcántara Ayala

Teziutlán es uno de los 217 municipios que conforman el estado de Puebla. Colinda al norte con los municipios de Hueyapan y Hueytamalco, al este con Xiutetelco y el estado de Veracruz y al oeste con Chignautla. Las principales localidades urbanas del municipio de Teziutlán son Xoloateno, San Sebastián, Acateno, Atoluca y Teziutlán, esta última es la más importante de todo el municipio, ya que concentra el mayor número de habitantes (58,699) y de infraestructura (mapa III.1.1).

La condición topográfica del municipio de Teziutlán que se observa en el mapa III.1.2 representa de manera general las características naturales y antrópicas a lo largo de todo el territorio. Se ilustran las curvas de nivel maestras y ordinarias a una equidistancia de 20 metros y las cabeceras municipales de los municipios limítrofes. Asimismo, se representan las vías de comunicación en el municipio y la antigua vía férrea que se localiza en la parte occidental. Teziutlán cuenta con dos carreteras federales, al norte cerca de la localidad de Atoluca se encuentra la carretera federal No. 129 Teziutlán-Tlapacoyan y al sur se localiza la carretera federal No.131 Tlapacoyan-Perote.

Entre los elementos del entorno natural destacan los cerros La Ventanilla, La Bandera, El Comal y el Tesivio. De igual manera, se aprecia el río Xoloatl que forma parte de la cuenca hidrológica del río Tecolutla y recorre el territorio de sur a norte por más de 15 km; por otro lado, al sureste del municipio se encuentra el río María de la Torre el cual es afluente del río Nautla y pertenece a la cuenca hidrológica del mismo nombre.

El municipio se encuentra ubicado en la región montañosa de la Sierra Norte de Puebla que a su vez se localiza en el límite entre la Sierra Madre Oriental (SMO) y el Eje Volcánico (EV). Debido a lo anterior, los tipos de roca que se pueden observar en Teziutlán son rocas metamórficas y sedimentarias relacionadas con el levantamiento de la SMO, y que están cubiertas en gran parte por depósitos volcánicos provenientes del volcán Caldera de los Humeros (mapa III.1.3). Dicho volcán está localizado a aproximadamente 18 km al sur de la cabecera municipal y forma parte del la EV.

Dentro de las rocas sedimentarias las más antiguas corresponden al esquisto de la formación Chililis (cuya antigüedad es de 280 millones de años). Este tipo de roca metamórfica es muy deleznable cuando está expuesta a procesos de intemperismo, y en la zona de estudio se observa solo en la parte cercana al poblado de Aire Libre. Además, en algunas de las elevaciones del municipio, pueden encontrarse limolitas, areniscas y conglomerados (todas rocas sedimentarias) del Jurásico Medio (170 millones de años).

Las rocas volcánicas más antiguas son las lavas andesíticas de la formación Teziutlán (1.5 millones de años) que pueden observarse en algunos cortes de carretera o en el fondo de los actuales valles fluviales. Quizás los tipos de rocas más importantes en Teziutlán sean los depósitos volcánicos de la Ignimbrita Xaltipan. Estos depósitos tienen una textura arenosa con presencia de fragmentos de pómez y son los que conforman la rampa de piroclastos que cubrió en gran parte a las rocas sedimentarias y metamórficas mencionadas en los párrafos anteriores. Los ríos actuales han erosionado los depósitos de Ignimbrita formando valles profundos con laderas escarpadas. Finalmente, depósitos volcánicos de caída, conformados por ceniza, lapilli y pómez, cubren en algunas zonas los depósitos de Ignimbrita y corresponden a la actividad volcánica más reciente de la Caldera de los Humeros.

El mapa de geomorfología (mapa III.1.4a) derivó de la fotointerpretación de imágenes y fotografías aéreas, así como de la combinación de los mapas morfométricos que muestran algunos rasgos importantes y de relevancia para la inestabilidad de laderas.

Las formas del relieve que predominan en el municipio de Teziutlán derivan en gran parte de dos aspectos fundamentales, la geología y la disposición de las corrientes fluviales. Como puede observarse, los relieves asociados a materiales piroclásticos predominan en todo el municipio, en la sección poniente se encuentran indicios de flujos de lava, en los límites con Chignautla; estos flujos se encuentran cubiertos por materiales de caída y de flujos piroclásticos en la mayor parte de la porción central del municipio, donde se encuentra la cabecera municipal y la localidad de Atoluca. Esto da lugar, en general, a un relieve casi plano y con poca pendiente que va descendiendo de nivel de sur a norte, de más de 2000 msnm hasta los 1500 aproximadamente. Sin embargo, esta rampa de materiales ígneos es cortada en sus puntos más débiles por corrientes que provienen del sur del municipio y que se dirigen al noreste erosionando y transportando materiales que se depositan en las zonas más planas que predominan más al norte de Hueytamalco.

Estos valles con intensa erosión están rodeados por laderas, algunas con pendientes mayores a 20°, en donde se localizan viviendas. Ejemplos de estas condiciones se observan en las colonias Manuel A. Camacho, Juárez, La Aurora, Lindavista y El Calvario, al oriente, y Francia, La Gloria y Siete Sabios al poniente de la cabecera. Por otro lado, las laderas montañosas del poniente de Teziutlán están conformadas por materiales sedimentarios y metamórficos y predominan en Chignautla; donde también existen algunos procesos de remoción en masa, particularmente vuelcos, caídas de rocas y pequeños deslizamientos, algunos relevantes como los que afectan a las localidades de San Sebastián y Aire Libre, en esta última un deslizamiento afectó una vivienda en 1999 y reactivó en 2005.

En el mapa de hipsometría o altimétrico (mapa III.1.4b) es posible observar la configuración del relieve del municipio, es evidente la forma de rampa que presenta (perfil) el terreno donde se asienta la cabecera y como éste es cortado al poniente y oriente por corrientes que descienden de las partes altas del municipio. En la localidad de Atoluca puede observarse como los escurrimientos se dividen: los que se encuentran al oriente se desplazan hacia la localidad de Hueytamalco, mientras que los del poniente se movilizan hacia San Juan Acateno, San Sebastián, Aire Libre y de aquí siguen su camino rumbo a Hueyapan y al norte rumbo a las localidades de Chicolate, Tatahuicapa y Temecata en donde la altitud alcanza los 1400 msnm y comienza a descender hasta alcanzar los 700 – 800 msnm. Estos cambios en los valores de altitud también reflejan los cambios de vegetación en la zona, mientras al sur hay pinos y encinos así como pastos de altura, en el norte predomina la vegetación del bosque mesófilo producto además de que estas áreas presentan mayores cantidades de precipitación que en el resto del municipio.

Este relieve está relacionado con sus pendientes, en donde se puede ver que predominan los valores menores de 12° en prácticamente todo el municipio con excepción del domo de lava ubicado al sur, las montañas que se encuentran en los límites de Chignautla y la localidad de San Sebastián, las laderas cercanas a San Juan Acateno y Atoluca, y las laderas de los valles que circundan a la cabecera municipal. Es en estas zonas donde es posible observar diversos procesos de remoción en masa, entre ellos los ocurridos en las colonias Juárez, La Aurora, Las Moraledas, La Gloria, Francia y Siete Sabios así como en las localidades de Xoloateno y Aire Libre.

En el área urbana de Teziutlán predominan los valores bajos de inclinación en las laderas (mapa III.1.4c).

Se elaboraron los mapas de densidad general de la disección (que correlaciona la densidad de escurrimientos con las zonas potenciales o con presencia de procesos erosivos debido a su inclinación) (mapa III.1.4d), y de densidad de disección (muestra la densidad de corrientes por unidad de área), y energía del relieve (los valores representan las variaciones de altura en el terreno por unidad de área) (mapa III.1.4e).

El mapa III.4d confirma que la mayor parte del terreno del municipio de Teziutlán presenta alta densidad de escurrimientos pero estos se desarrollan o se encuentran en zonas donde los procesos erosivos no son predominantes (valores menores a 7), al contrario de las áreas rojas del mismo mapa localizadas al poniente y oriente donde predominan los procesos erosivos, no así la densidad de es-

currimientos. Sin embargo, es importante recalcar que a pesar de los valores bajos de pendiente (<12°) hay presencia de inestabilidad en aquellas laderas que delimitan a los valles principales, laderas en donde los procesos de remoción en masa son más frecuentes debido a que su pendiente es mayor y por la constante erosión de los materiales ígneos que predominan.

La densidad de disección está representada en el mapa III.1.4e, en donde se relaciona la longitud de corrientes fluviales por unidad de área, en este caso por km². Este mapa permite identificar las zonas donde es mayor el proceso erosivo por parte de los ríos, lo que puede traducirse como zonas de debilidad o de materiales poco resistentes. Como resultado de esos materiales frágiles aparecen zonas donde hay una presencia alta de corrientes fluviales, las cuales transportan estos materiales débiles. En cambio, en la zona poniente, cercano a Aire Libre, los materiales como los esquistos y los conglomerados desarrollan zonas de baja densidad de corrientes fluviales. En resumen, se puede decir que en el municipio por cada km² existen 2 km o más de corrientes fluviales lo cual es de tomar en consideración para estudios asociados a inestabilidad de laderas.

El mapa III.1.4f, energía del relieve, indica la diferencia de altura en el terreno, misma que puede deberse a diversos factores entre los que se encuentran procesos tectónicos de levantamiento o hundimiento y la erosión, la cual depende de los materiales y la densidad de corrientes. Como puede observarse, la porción central del municipio presenta valores bajos en cuanto a diferencia altitudinal, esto indica zonas más o menos estables tectónicamente hablando e incluso con procesos erosivos no tan intensos, prácticamente esta zona está dominada por los materiales de caída y por flujos de lava. Sin embargo, esto cambia en las zonas aledañas a la cabecera municipal en donde los valles fluviales estrechos presentan valores altos de desnivel, lo mismo que se presenta al norte del municipio más allá de Atoluca y San Juan Acateno en donde hay valles estrechos con laderas de gran altura. En la zona montañosa al poniente de San Sebastián donde las diferencias de altura son mayores a 480 metros, producto de eventos tectónicos que dieron lugar a este tipo de relieve.

En el mapa III.1.5 se presentan los tipos de procesos físicos que han producido el desgaste del relieve en el municipio de Teziutlán, el cual es producto de la acción de diversos elementos del entorno natural y la intervención antrópica en la superficie.

Se identifican dos categorías:

1) Erosión hídrica leve: Se distribuye a lo largo de todo el municipio, predomina en la sección central y sur. Se relaciona con las áreas destinadas a la agricultura de temporal y pastizal inducido. Comprende las cinco localidades urbanas del municipio. Su ocurrencia se relaciona con el impacto de la precipitación en el relieve y el escurrimiento superficial.
2) Sin Erosión: predomina en la parte norte del municipio, se destaca en la sección noreste a un costado del límite con el municipio de Hueytamalco y por lo general se encuentra en las áreas ocupadas por bosque encino y bosque mesófilo.

La mayor parte del municipio de Teziutlán está comprendida dentro de la región hidrológica 27 Tuxpan-Nautla y, dentro de esta, las corrientes fluviales del municipio corresponden a la cuenca del río Tecolutla, mientras que los escurrimientos del oriente forman parte de la cuenca del río Nautla, como se puede apreciar en el mapa III.1.6.

De la porción sur y hasta la localidad de Atoluca las corrientes presentan una disposición paralela unas con respecto a las otras, lo que permite identificar la presencia de lineamientos en la zona, así como las zonas débiles de los depósitos ígneos de caída o de flujo piroclástico. Estas corrientes tienen una dirección predominante SW a NE a diferencia de los ríos que se dirigen hacia el municipio de Tlatlauquitepec y que en su trayecto pasan por la localidad de Aire Libre. Cabe mencionar que durante la época seca (febrero a abril) las corrientes presentan niveles bajos, pero esto cambia radicalmente en la época de lluvia cuando los niveles aumentan de manera considerable. Lo anterior incluso ha afectado a algunas colonias y localidades del municipio durante los eventos meteorológicos más relevantes de la zona (1999, 2005, 2007, 2013). Particularmente, en 1999, y derivado de los procesos de remoción en masa ocurridos, estas corrientes transportaron desechos de casas, animales y víctimas fatales.

El mapa III.1.7. muestra la distribución de la vegetación natural e inducida y la localización de las áreas destinadas a actividades económicas y asentamientos humanos a lo largo de todo el municipio. Destacan cinco categorías:

1) Bosque encino: Se encuentra disperso en todo el municipio, prevalece principalmente en la sección noreste y sur.
2) Bosque mesófilo, bosque de encino y vegetación inducida: se localiza próximo a las áreas de bosque encino; predomina al norte del municipio. Entre las principales especies que existen en todo el territorio se encuentran diferentes especies de pinos como el *pinus devoviana* y *pinus chahuite.*
3) Pastizal cultivado: Su distribución se encuentra dispersa a lo largo de todo el territorio; sin embargo, predomina alrededor de la zona urbana y en la sección sureste del municipio. Destaca la especie *pennisetum nervosum.*
4) Agricultura de temporal: Predomina en el centro y sur del municipio, se encuentra próxima a las áreas de pastizales cultivados. El ciclo vegetativo de los cultivos dura aproximadamente un año, depende de la precipitación y la retención de agua en el suelo. Los principales cultivos que se encuentran en el territorio son maíz, frijol, legumbres y forrajes. De igual forma, se cultivan árboles frutales como el ciruelo, peral, manzano, tejocote y capulín.
5) Urbano: Se extiende en la sección suroccidental del territorio en laderas escarpadas.

En el mapa III.1.8 se muestran los resultados del análisis de la susceptibilidad a procesos de ladera para el municipio. La susceptibilidad fue obtenida mediante la aplicación de un análisis multi-criterio (técnica semi-cuantitativa) y los resultados fueron divididos en cinco clases de susceptibilidad: muy alta, alta, media, baja y muy baja. Valores de susceptibilidad muy alta, señalados en el mapa con color rojo intenso, están presentes en las laderas que rodean la rampa de piroclastos en donde se localiza la cabecera municipal. Las inmediaciones del barrio de Xoloco y de la colonia La Aurora también presentan valores muy altos de susceptibilidad. Hacía el norte de la cabecera municipal se presentan valores de susceptibilidad muy alta, en esta zona están localizados los poblados de San Sebastián, San Juan Acateno y Aire Libre.

Por otra parte, en el extremo norte del municipio, predominan los valores de muy baja susceptibilidad. Es importante mencionar que en esta porción del territorio del municipio la vegetación de bosque prevalece y no ha sido removida de forma severa para usar el terreno como pastizal o zonas de cultivo. Esta conservación de la vegetación original podría relacionarse con los valores de baja y muy baja susceptibilidad.

La inclinación de la pendiente es uno de los factores que más se relacionan con la ocurrencia de procesos de remoción en masa. Es por ello que si se sobrepone el mapa de pendientes o el modelo sombrado de relieve se puede observar que los valores altos y muy altos de susceptibilidad coinciden con las laderas de los valles que atraviesan la rampa de piroclastos. También se aprecia una asociación entre el tipo de roca y los valores de susceptibilidad alta y muy alta: las zonas donde la Ignimbrita de Xaltipan es apreciable en la superficie, coinciden con valores altos y muy altos de susceptibilidad. Las zonas con valores altos y muy altos de susceptibilidad merecen especial atención por parte de las autoridades, se debe limitar e inclusive prohibir la construcción de nuevas viviendas o infraestructura.

FUENTES

Bravo Carbajal, I. (2015). Análisis de susceptibilidad a procesos de remoción en masa en el municipio de Teziutlán, Puebla. Tesis de Licenciatura, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.

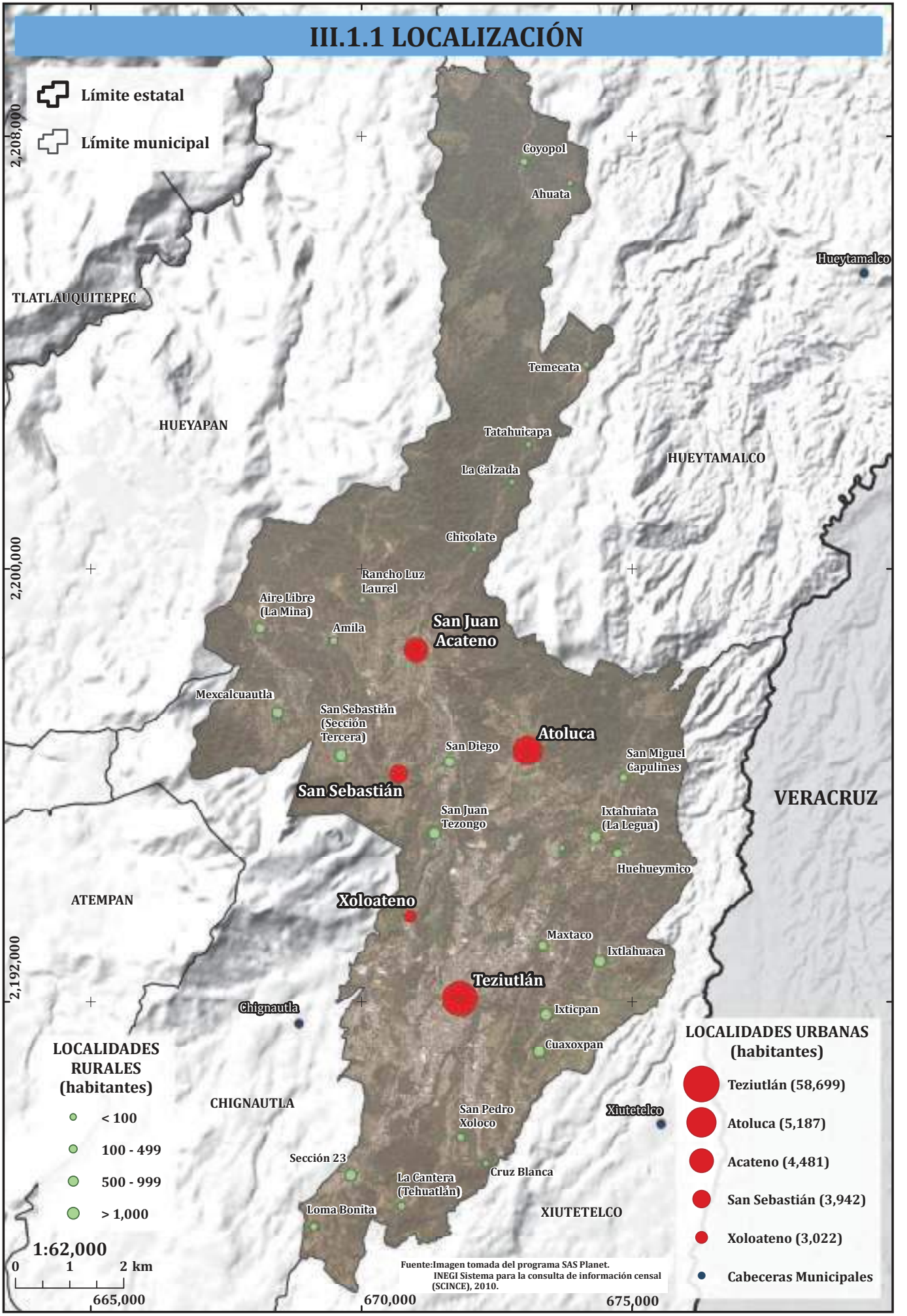
Ferriz, H., Mahood G. (1984). Eruption rates and compositional trends at Los Humeros volcanic center, Puebla, Mexico. *J. Geophys. Res.-Earth* 89, 8511-8524.

INEGI (2014). Conjunto de datos de erosión del suelo. Escala 1:250,000.

INEGI (2016). Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas (SIATL). Sitio Web [http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#].

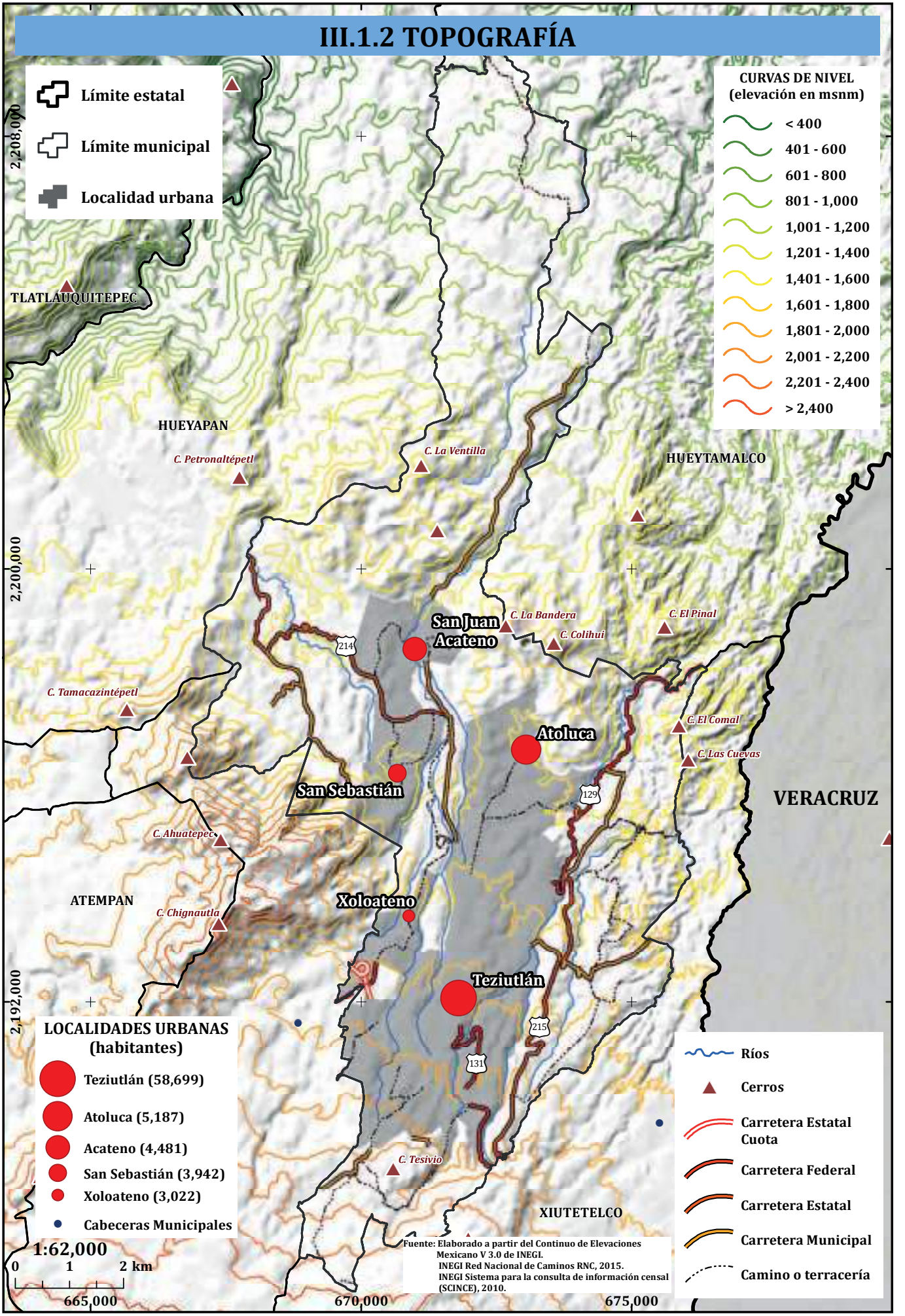
Salinas-Rodríguez, J. M., Castillo-Reynoso, J. E. (2011). Carta Geológica Minera. Teziutlán E14B15 Puebla. Servicio Geológico Mexicano.

III.1.1 LOCALIZACIÓN

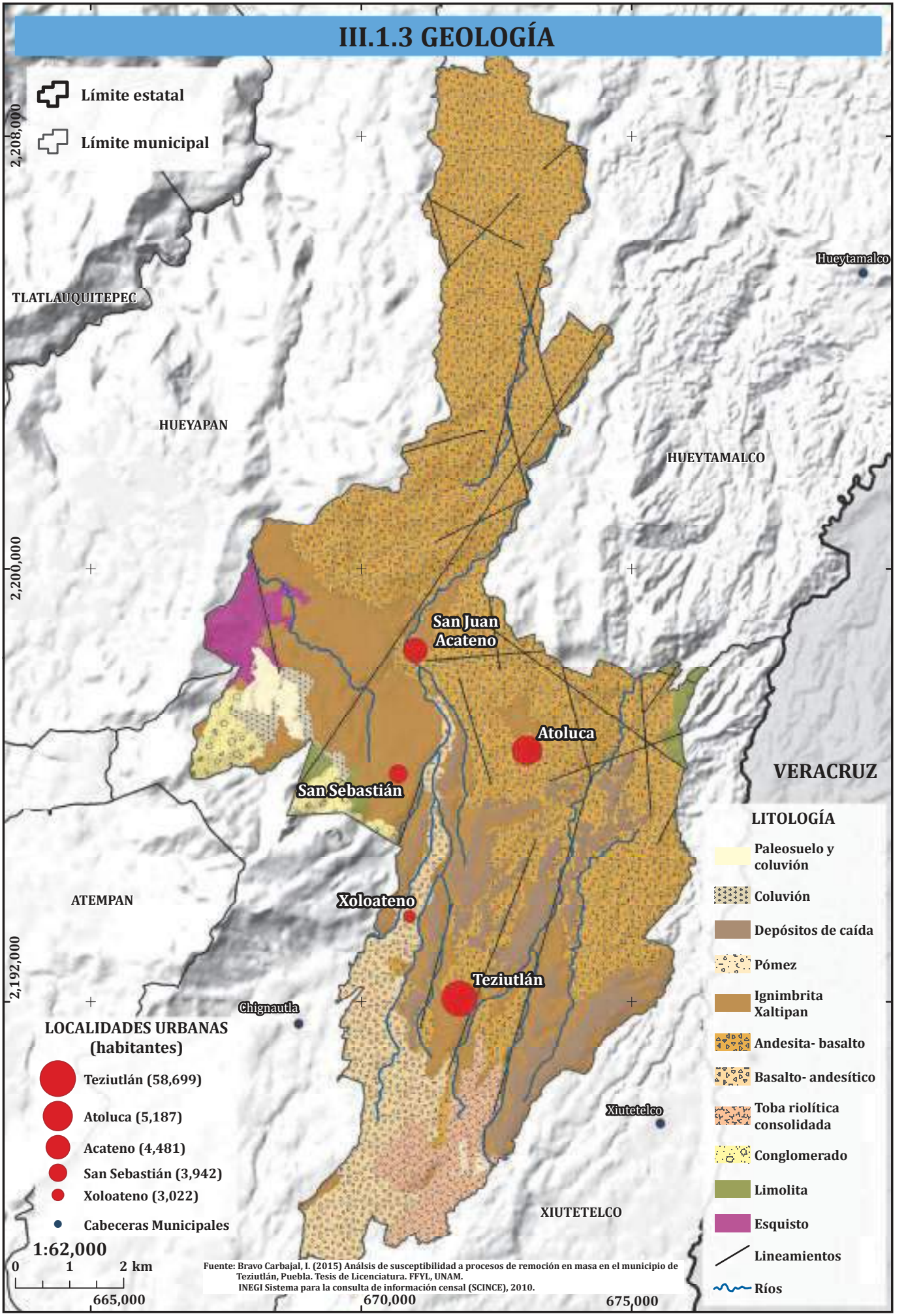


Fuente:Imagen tomada del programa SAS Planet.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

III.1.2 TOPOGRAFÍA

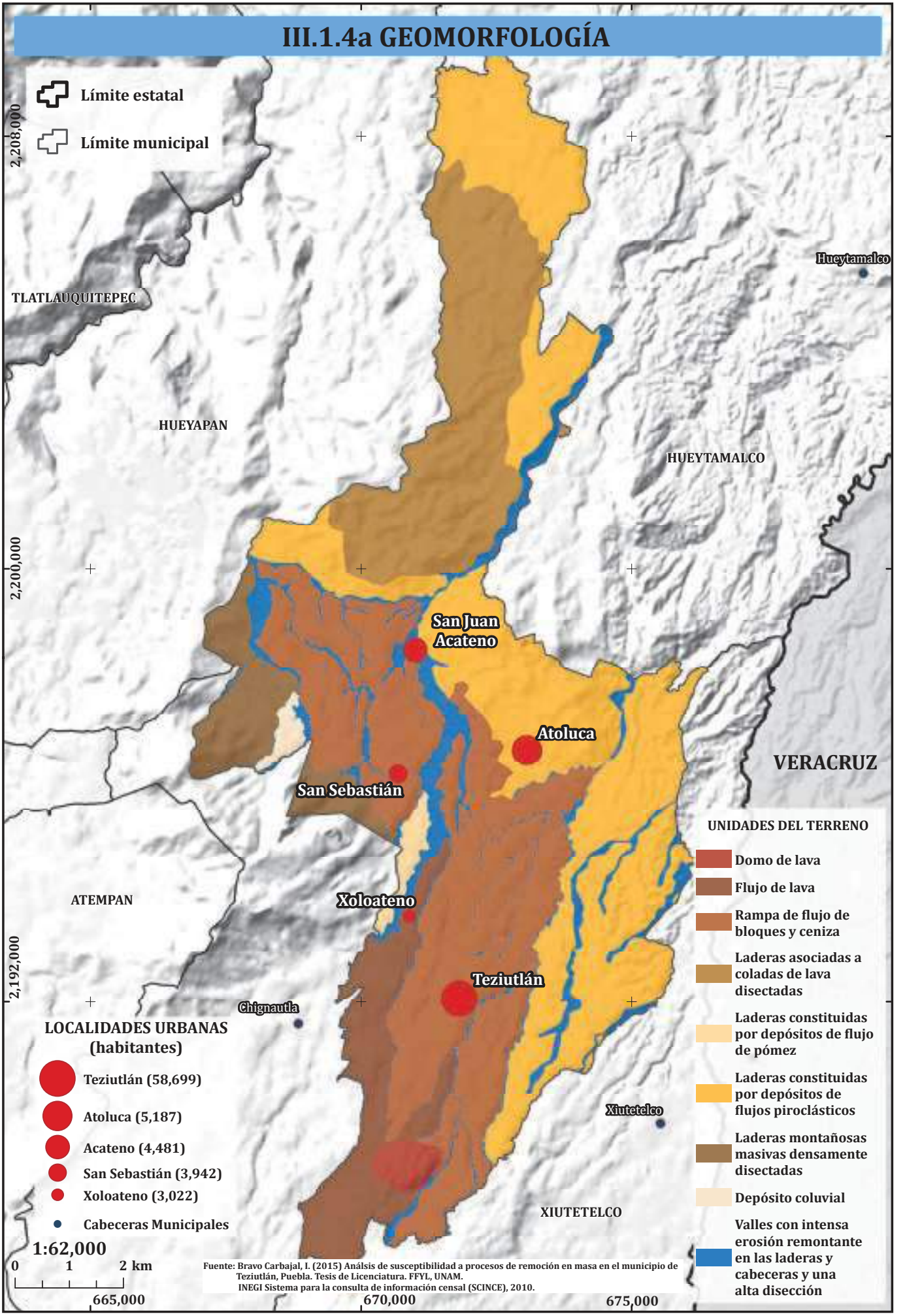


III.1.3 GEOLOGÍA

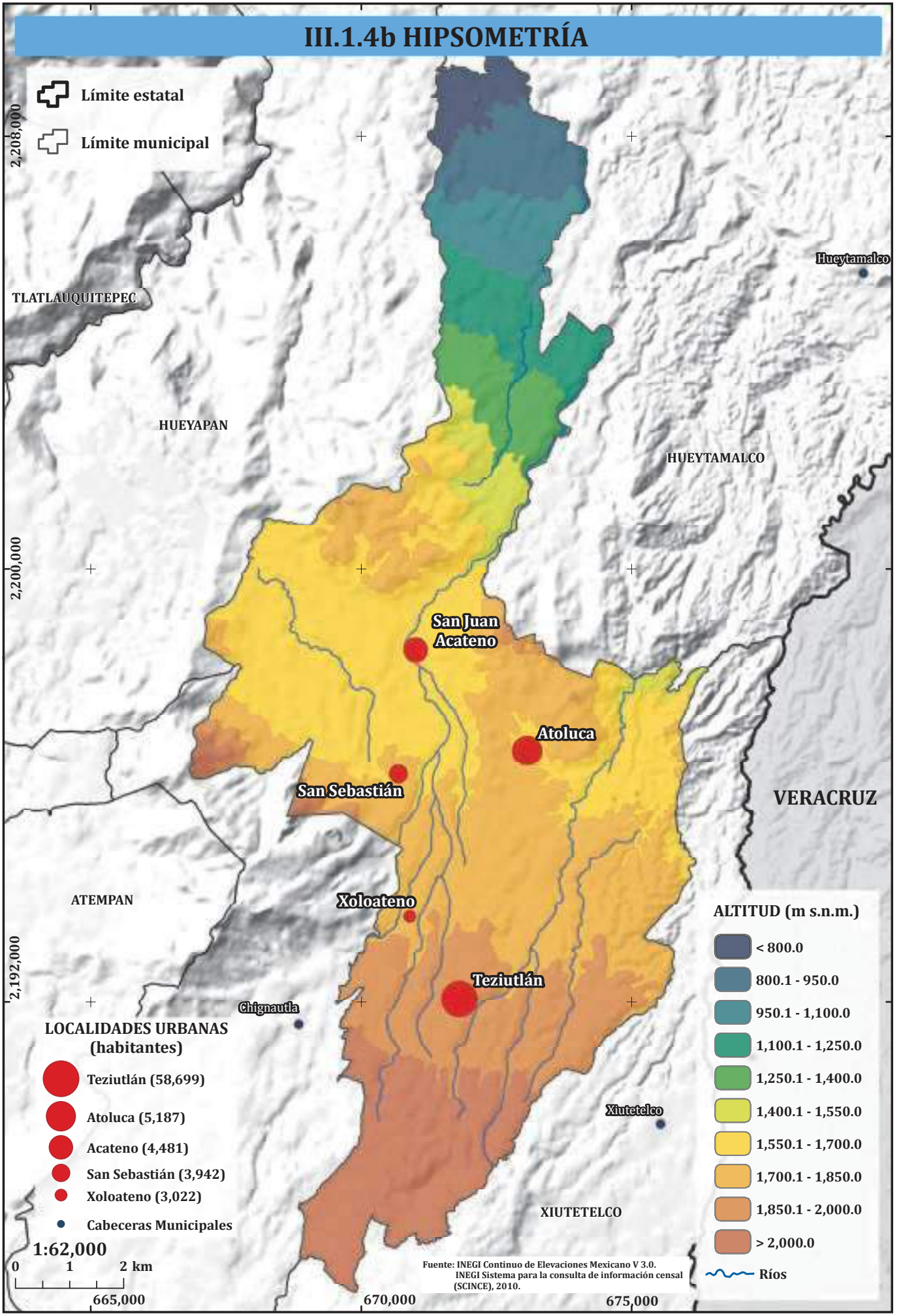


Fuente: Bravo Carbajal, I. (2015) Análsis de susceptibilidad a procesos de remoción en masa en el municipio de Teziutlán, Puebla. Tesis de Licenciatura. FFYL, UNAM.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

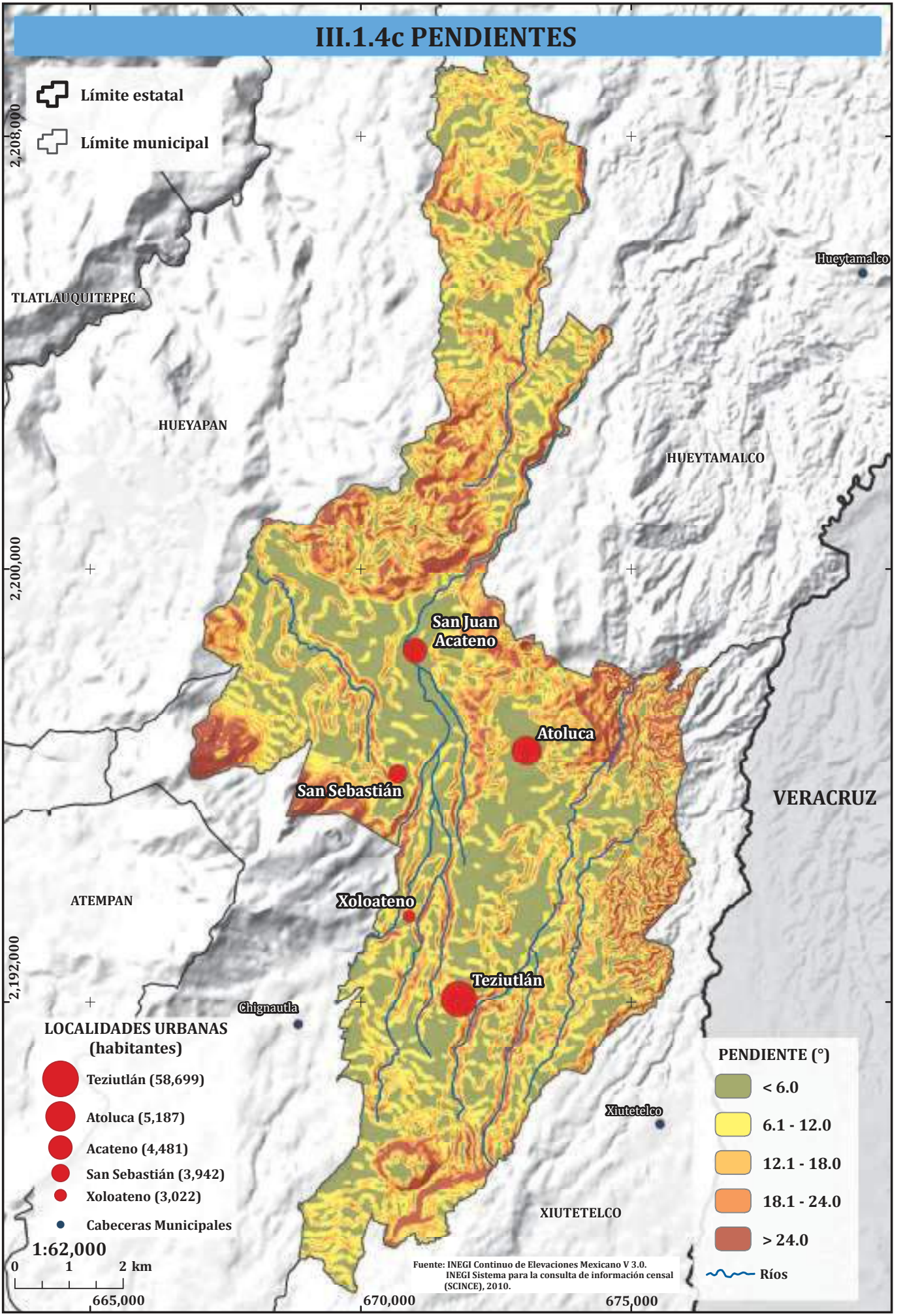
III.1.4a GEOMORFOLOGÍA



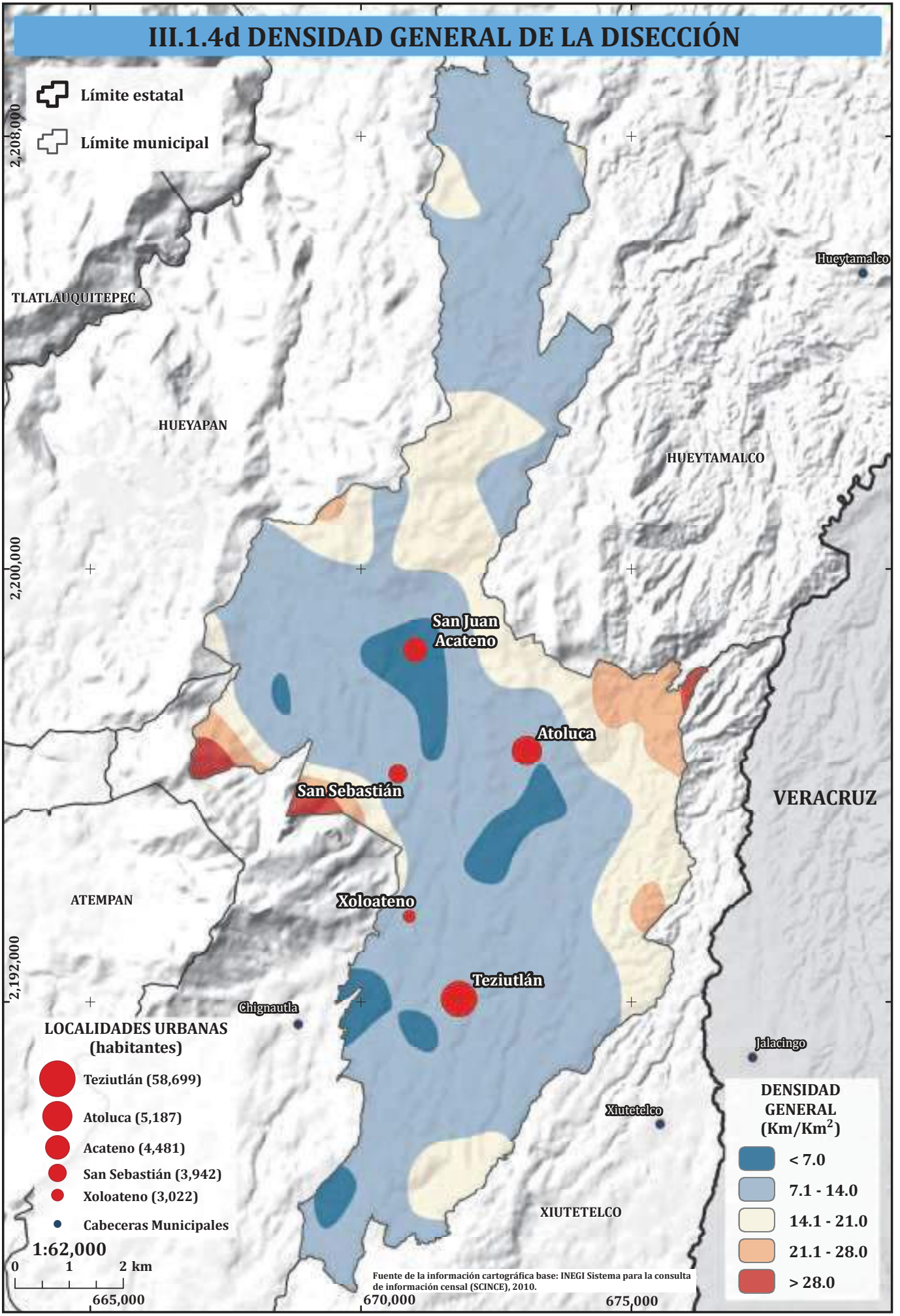
Fuente: Bravo Carbajal, I. (2015) Análsis de susceptibilidad a procesos de remoción en masa en el municipio de Teziutlán, Puebla. Tesis de Licenciatura. FFYL, UNAM.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.


III.1.4b HIPSOMETRÍA
Límite estatal
Límite municipal
2,208,000
2,200,000
2,192,000
TLATLAUQUITEPEC
HUEYAPAN
HUEYTAMALCO
Huey tamalco
VERACRUZ
ATEMPAN
XIUTETELCO
Xiutetelco
Chignautla
San Juan Acateno
Atoluca
San Sebastián
Xoloateno
Teziutlán
LOCALIDADES URBANAS (habitantes)
Teziutlán (58,699)
Atoluca (5,187)
Acateno (4,481)
San Sebastián (3,942)
Xoloateno (3,022)
Cabeceras Municipales
1:62,000
0 1 2 km
665,000
670,000
675,000
Fuente: INEGI Continuo de Elevaciones Mexicano V 3.0.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.
ALTITUD (m s.n.m.)
< 800.0
800.1 - 950.0
950.1 - 1,100.0
1,100.1 - 1,250.0
1,250.1 - 1,400.0
1,400.1 - 1,550.0
1,550.1 - 1,700.0
1,700.1 - 1,850.0
1,850.1 - 2,000.0
> 2,000.0
Ríos

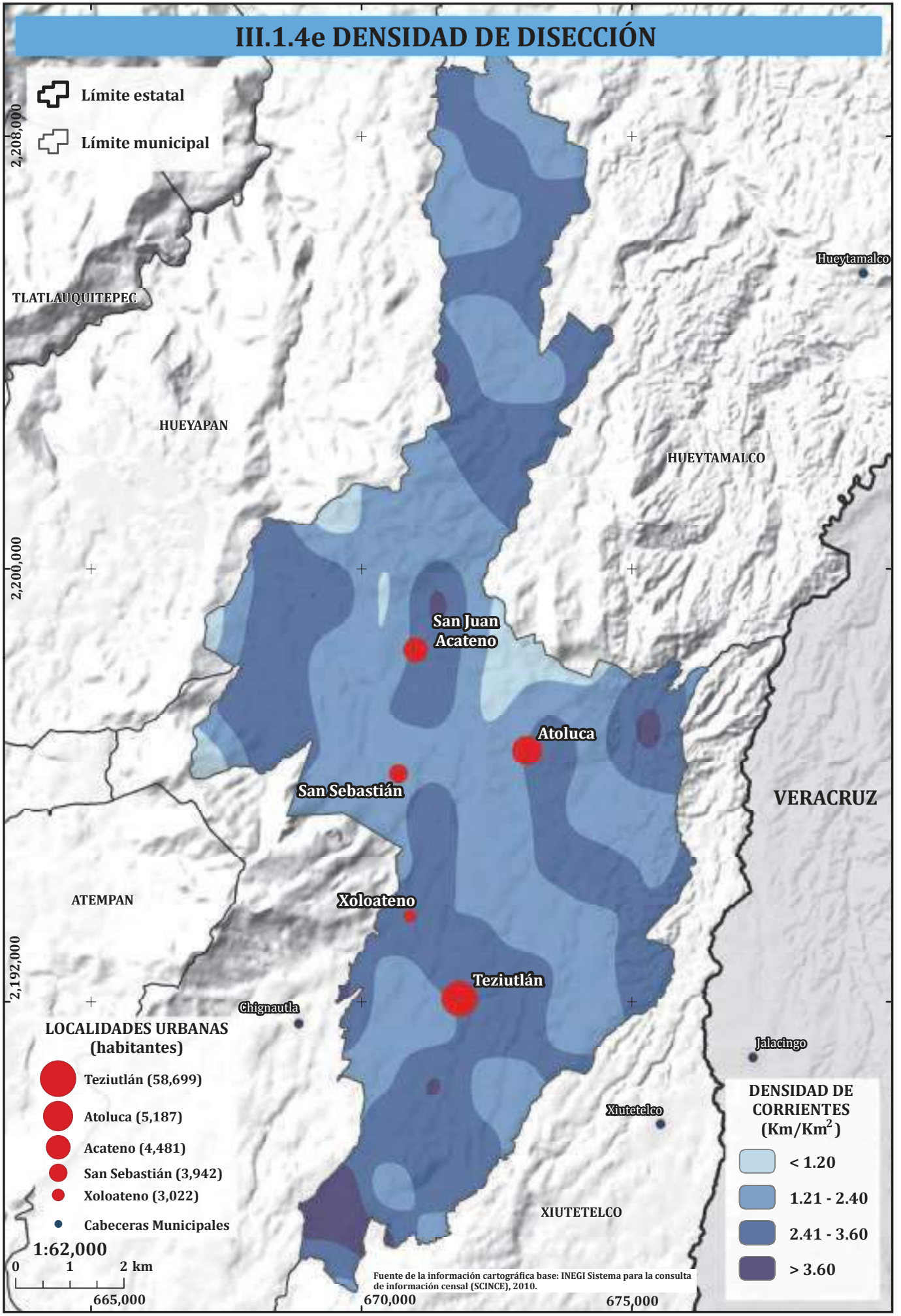
III.1.4c PENDIENTES



III.1.4d DENSIDAD GENERAL DE LA DISECCIÓN

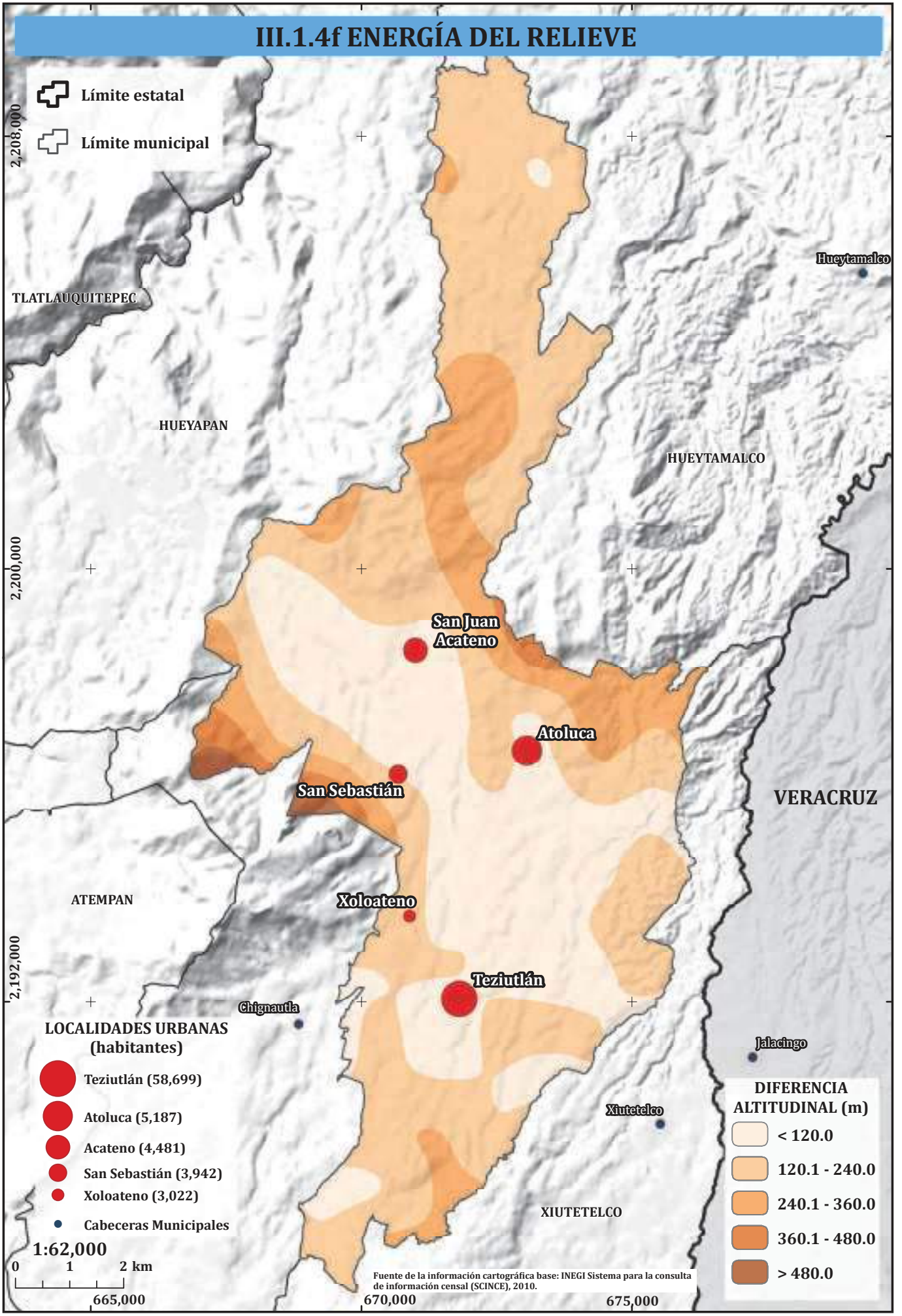


III.1.4e DENSIDAD DE DISECCIÓN



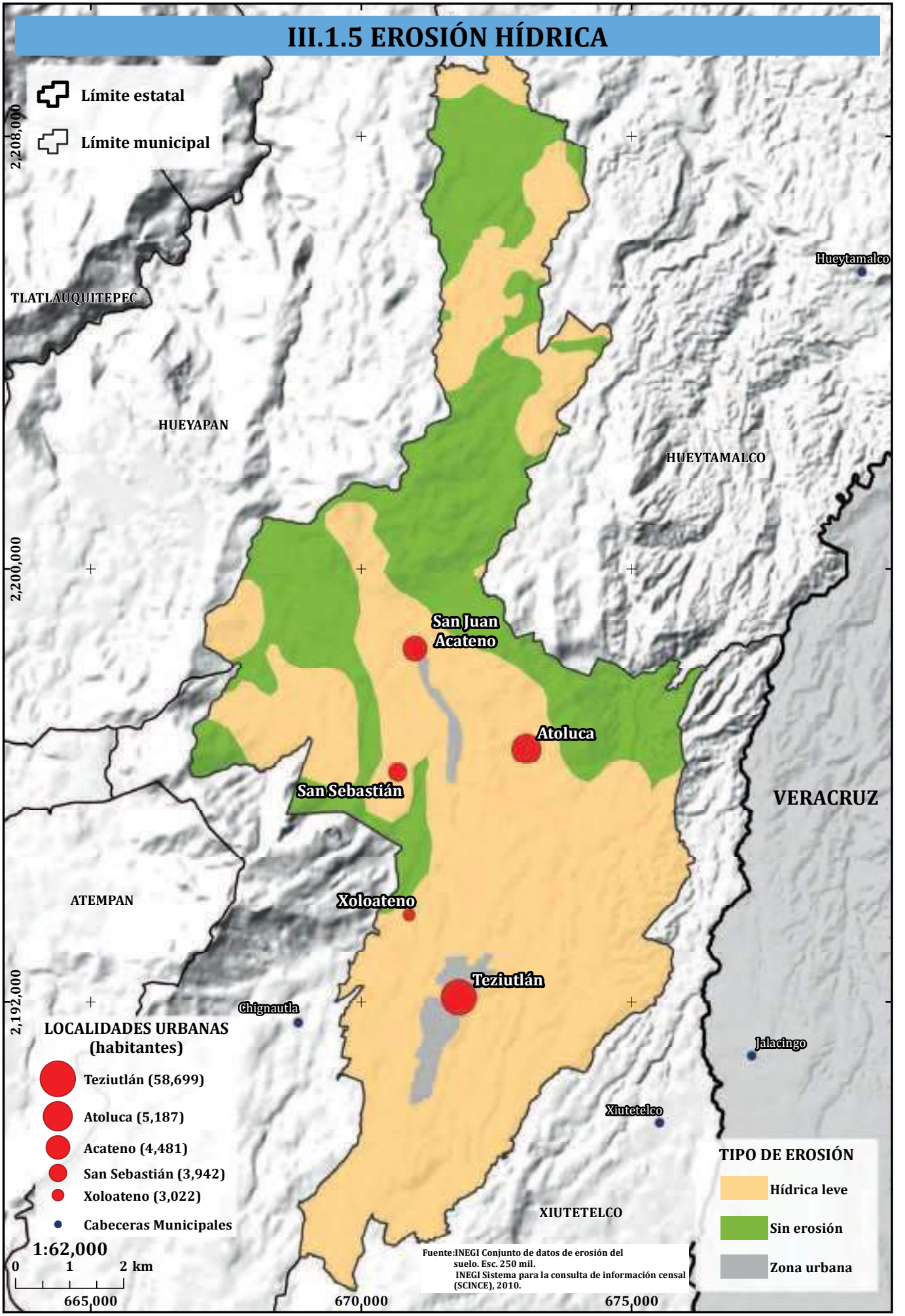
Fuente de la información cartográfica base: INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

III.1.4f ENERGÍA DEL RELIEVE



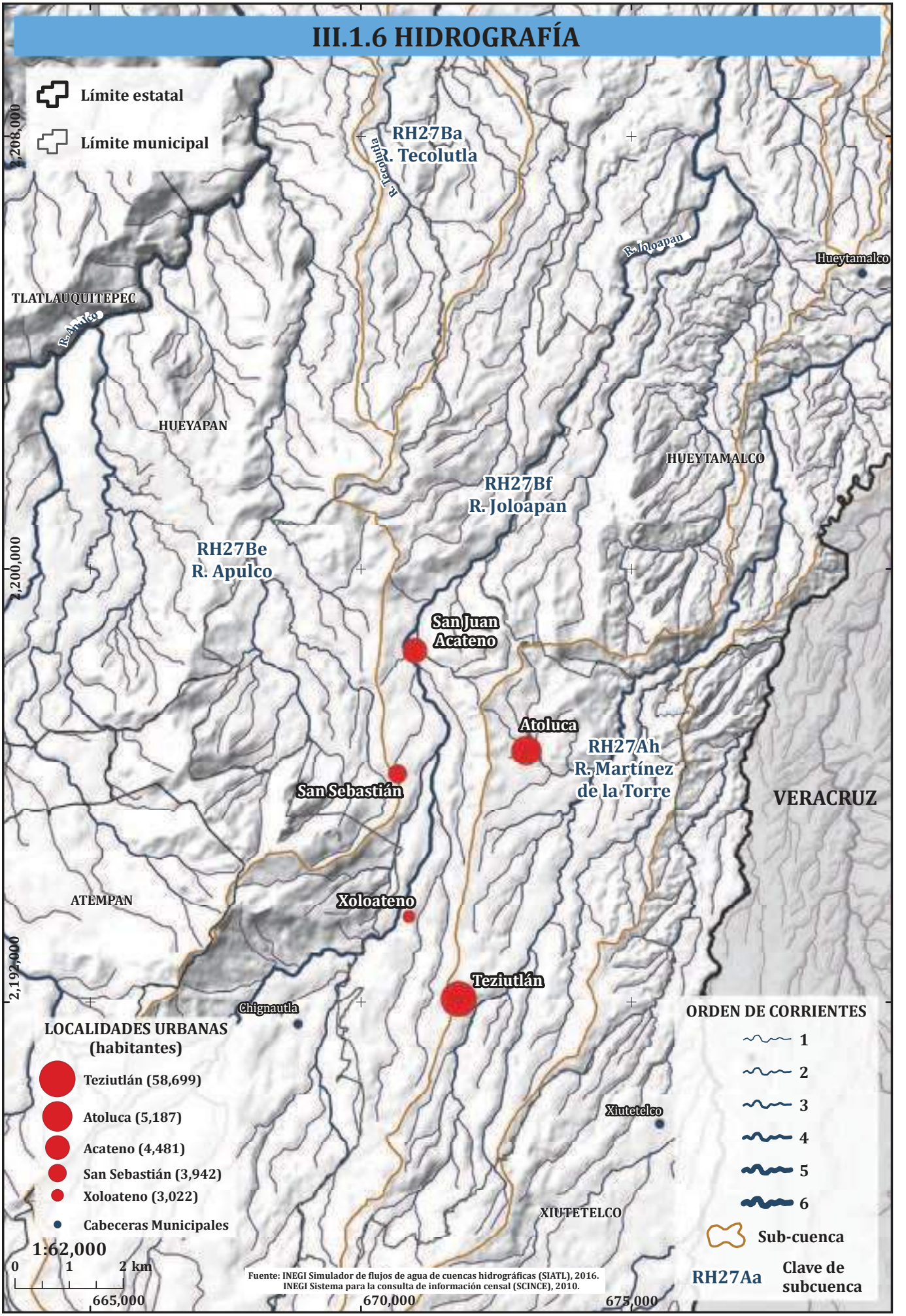
Fuente de la información cartográfica base: INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

III.1.5 EROSIÓN HÍDRICA



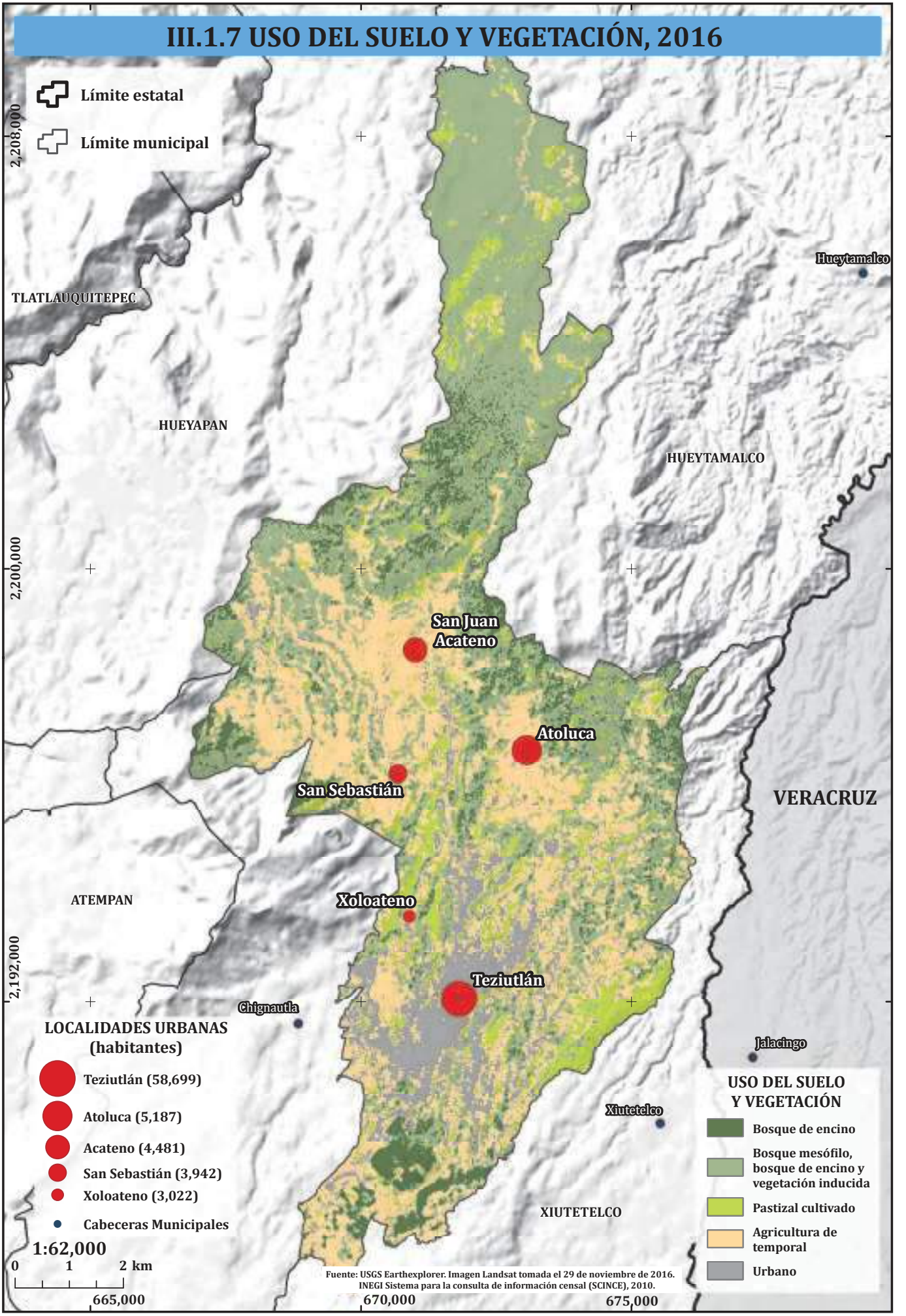
Fuente:INEGI Conjunto de datos de erosión del suelo. Esc. 250 mil.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

III.1.6 HIDROGRAFÍA



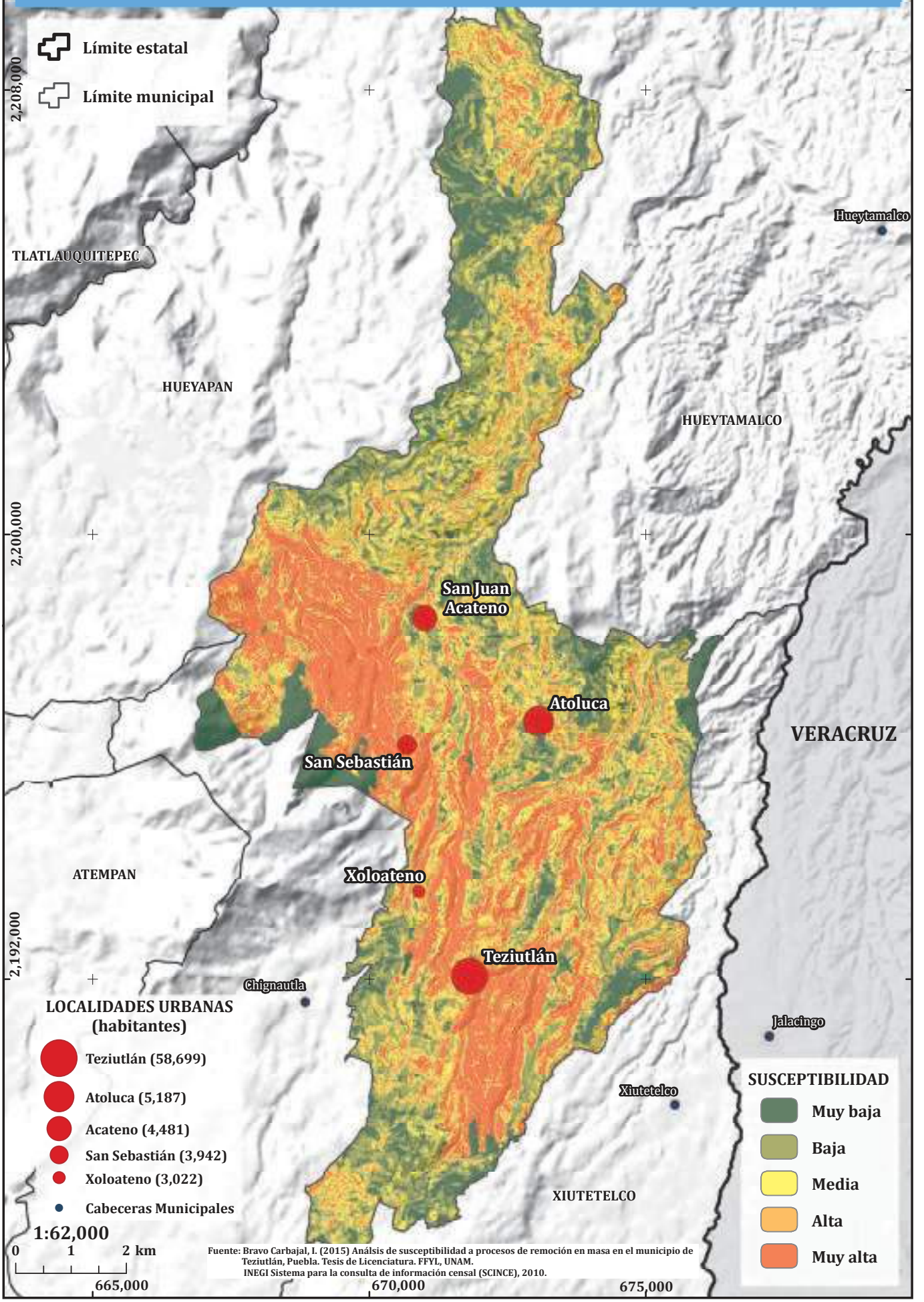
Fuente: INEGI Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas (SIATL), 2016.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

III.1.7 USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN, 2016



Fuente: USGS Earthexplorer. Imagen Landsat tomada el 29 de noviembre de 2016.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

III.1.8 SUSCEPTIBILIDAD A PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA



Fuente: Bravo Carbajal, I. (2015) Análsis de susceptibilidad a procesos de remoción en masa en el municipio de Teziutlán, Puebla. Tesis de Licenciatura. FFYL, UNAM.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

III.3b Factores inductores de la vulnerabilidad

Jorge González Sánchez, María Teresa Gutiérrez de MacGregor, Atlántida Coll-Hurtado, Ricardo J. Garnica Peña, Alejandra Maldonado Martínez e Irasema Alcántara Ayala

El municipio de Teziutlán está ubicado al norte de la entidad poblana, en la zona oriental de la Sierra Norte de Puebla, cercanamente colindante al Estado de Veracruz a la altura del municipio de Jalacingo de dicha entidad. De acuerdo al Prontuario de Información Geográfica Municipal (2009) de los Estados Unidos Mexicanos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el municipio de Teziutlán colinda al norte con los municipios de Hueyapan y Hueytamalco; al este con los municipios de Hueytamalco y Xiutetelco; al sur con los municipios de Xiutetelco y Chignautla; y al oeste con los municipios de Chignautla y Hueyapan.

En cuanto a su extensión territorial, el municipio cuenta con 92.518 km² y representa el 0.27% del territorio respecto de la superficie total del Estado de Puebla.

El Consejo Nacional de Población (CONAPO) considera que los asentamientos humanos continuos de los municipios de Teziutlán y Chignautla conforman la Zona Metropolitana 059 del país, alcanzando una población de 122,500 habitantes en el 2010.

Con base en la Encuesta Intercensal 2015 del INEGI el municipio de Teziutlán contabiliza una población total de 97,590 habitantes distribuidos en 34 localidades, cinco de las cuales tienen categoría de ámbito urbano. Cuatro presentan entre 2,500 y 14,999 habitantes (Atoluca con 5,187 habs., Acateno con 4,481 habs., San Sebastián con 3,942 habs., y Xoloateno con 3,022 habs.) y una localidad con más de 15,000 habitantes, Teziutlán con 58,699 habs., la cual comparte el nombre del municipio. Asimismo, el municipio cuenta con 29 localidades rurales como se puede observar en el mapa III.3.1; la zona centro-sur es donde las localidades tienen mayor densidad poblacional.

Las principales localidades urbanas del municipio de Teziutlán en el periodo comprendido entre los años 2000 y 2010 registran un crecimiento positivo en cuanto a los valores de la tasa de crecimiento de la población, resaltando el crecimiento de la localidad de Atoluca la cual presenta una tasa de 5.16% de crecimiento anual, situación que de no atenderse en el corto plazo puede llegar a generar situaciones de gran incidencia en varias esferas de vida económica y social de esa localidad; le siguen en importancia, en cuanto a los valores de las tasas de crecimiento poblacional, San Juan Acateno con 4.19%, Xoloateno con 2.78%, San Sebastián con 2.61% y finalmente la zona urbana de Teziutlán con una tasa de crecimiento de 0.46%, observándose en este caso una mayor estabilidad.

Caso contrario al crecimiento de la población urbana, la mayoría de las localidades rurales presentan un decrecimiento de su población en el corto plazo lo que bien puede atribuirse al intenso flujo migratorio existente en las zonas menos favorecidas que abandonan sus lugares de origen en busca de trabajo, convirtiéndose las localidades en focos expulsores de población, situación que puede deberse a la emigración y a la tasa de fecundidad. Las dos únicas localidades identificadas con una tasa de crecimiento positivo son Maxtaco y Amila entre 5.1 y 12.0%, como se puede observar en el mapa III.3.2.

La composición de la población por edad y sexo, es uno de los temas fundamentales en el estudio de la población, ya que los principales cambios demográficos dependen de estos dos aspectos, los que, además, tienen múltiples repercusiones sociales y económicas, ya que afectan directamente en el número de empleos, de viviendas, escuelas u hospitales que se requieren en cualquier lugar.

Para mostrar gráficamente la composición por edad y sexo se utiliza la pirámide de edades, la cual representa un corte de la estructura de edades en la población en un momento dado, es una imagen de la historia demográfica reciente de ese lugar y plantea las tendencias sobre su futuro inmediato. A partir de esta figura es posible conocer los patrones históricos de fecundidad, mortalidad y migración, asimismo registra los cambios de la población como consecuencia de eventos específicos que la han afectado, como migraciones considerables, desastres, epidemias, desplazamientos forzados, entre otros.

La población de cada país, estado, municipio o localidad tiene su propia composición por edad y sexo; aunque de manera sintetizada es posible identificar tres grandes tendencias: una estructura de la población joven, donde predominan los grupos de niños y adolescentes, otra que se encuentra en proceso de envejecimiento o una estructura demográfica envejecida.

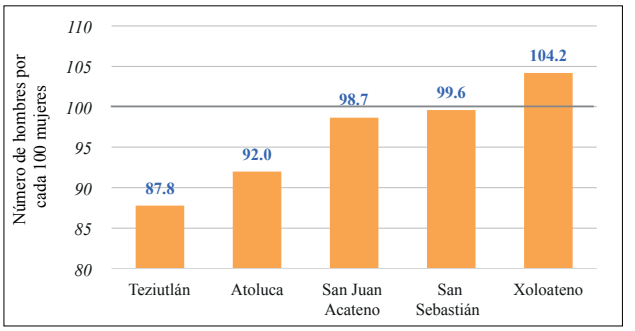
Para estudiar la edad, normalmente el conjunto de la población se divide en grupos de edades, las cuales pueden ser cada cinco años, cada diez o sólo dividirla en tres grandes grupos funcionales:

a) Niños y adolescentes, la población de 0 a 14 años de edad. Usualmente es un grupo dependiente, es decir, generalmente no trabajan y no ganan dinero, en cambio demandan educación básica (primaria y secundaria).
b) Adultos, de 15 a 64 años de edad. Es el grupo productivo, es la edad en que se necesita un trabajo; en términos económicos este grupo sostiene a los otros dos grupos de edad; también es el grupo más reproductivo, ya que abarca la edad fértil, tanto de hombres como de mujeres, y es el más móvil, puede cambiar de lugar de residencia con facilidad.
c) Ancianos, población mayor de 65 años de edad. De manera general es un grupo que ya finalizó su etapa laboral, destaca por registrar una notoria mayoría de mujeres y demandan, sobre todo, servicios médicos y hospitalarios; la proporción de ancianos, respecto a la población total, tiende a aumentar a medida que evoluciona la calidad de los servicios de asistencia y que se incrementa la esperanza de vida al nacer.

Por la forma de la gráfica, de acuerdo el Censo del año 2000, la composición por edad y sexo en las localidades de Teziutlán se puede definir como regresiva, lo cual indica que se trata de poblaciones con bajo crecimiento demográfico, como resultado de la disminución del número de nacimientos, por lo que su base es angosta; si esta situación perdura, los grupos de edad adultos llegarán a ser más numerosos que el grupo de niños, por lo que la pirámide de edad será más ancha en partes medias que en la base; además los grupos de mayor edad también son significativos, lo cual es parte del proceso de envejecimiento demográfico (mapa III.3.3a).

De manera general, se puede afirmar que en 2000, la estructura demográfica en la zona de estudio se encuentra en las primeras fases de un proceso de envejecimiento; en las pirámides de edad de las distintas localidades, la base siempre es más angosta, es decir, la proporción de niños y niñas de 0 a 4 años es menor al del siguiente grupo de edad; estas variaciones van desde unas cuantas décimas, como en Teziutlán y Xolatenco, hasta varios puntos porcentuales, como en Atoluca y San Sebastián, donde la diferencia es más marcada; sin embargo, los rangos de edad más numeroso en esas localidades, siguen ubicándose entre la población menor de 15 años. Además, la proporción de la población de ancianos, aunque también presenta una gran diversidad, desde 5.0% en Teziutlán hasta el 2.8% en Atoluca, se encuentra por debajo del promedio que se registró en el estado de Puebla, de 5.4%; por lo que se puede afirmar que este sector de la población todavía no es muy significativo en estas localidades.

Por otra parte, respecto a la composición por sexo de las localidades en la zona de estudio, existe una fuerte correlación con el tamaño de la localidad; así, a mayor número de habitantes, es mayor la presencia femenina, por lo tanto, al reducirse el tamaño de la localidad, se incrementa el número de hombres en la composición total de su población. De esta forma, en el año 2000, Teziutlán, con 56.0 mil habitantes, presentó 87.8 hombres por cada 100 mujeres, en cambio Xoloateno, con 2.3 mil habitantes, registró 104.2 hombres por cada 100 mujeres. Esta correlación se debe a que en las localidades de mayor tamaño, existe una mayor oferta laboral para mujeres, por lo que se convierten en polos de atracción para mujeres migrantes (Figura 1).



Fuente: Cálculos propios con base en la información de INEGI, 2000.

Figura 1. **Coeficiente de masculinidad de las localidades de Teziutlán en 2000**

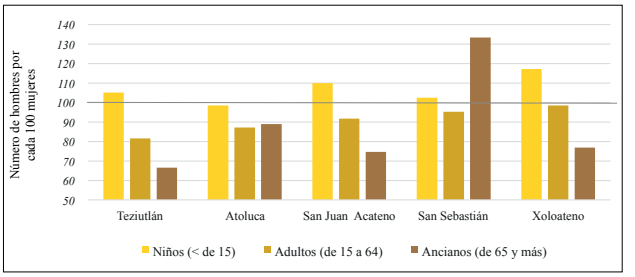
Otro aspecto a destacar es la variación de la composición por sexo según grandes grupos de edad; en este caso resalta el contraste entre la composición por sexo del grupo de niños y adolescentes con el resto de la población; prácticamente en todas las localidades se presenta una mayoría de hombres en la población menor de 15 años, con excepción de Atoluca donde el número de hombres y mujeres se encontraba muy equilibrado; pero esta composición cambia drásticamente los grupos de adultos y de ancianos, en los cuales se registra un predominio de mujeres, con excepción de la población mayor en San Sebastián (con una alta presencia masculina) y en los adultos en Xoloateno (donde el número hombres y mujeres es muy similar) (Figura 2).

Uno de los factores que explican este contraste en la composición por sexo por grupos de edad, es la migración, ya que los que emigran son principalmente hombres jóvenes (mayores de 15 años de edad), que buscan mejores condiciones de vida otros lugares del estado o del país, en cambio las mujeres adultas permanecen; por otra parte, entre la población de ancianos, las diferencias por sexo se deben a que en casi en todos los países la mortalidad masculina es más elevada que la femenina, por lo que las mujeres tienen una esperanza de vida mayor a la de los hombres.

Del análisis de la estructura por edad y sexo de la población en la zona de estudio en 2010, se desprende que continúa avanzando el proceso de envejecimiento demográfico, aunque se presentan algunas diferencias entre la ciudad de mayor tamaño y el resto de las localidades (mapa III.3.3b).

Respecto a la composición por sexo, no hubo cambios significativos en comparación con la información de 2000, se mantiene la correlación con el tamaño de la localidad: al aumentar en número de habitantes se incrementa la presencia de mujeres. El cambio más notorio se presentó en Xoloateno (la localidad más pequeña), donde se redujo el coeficiente de masculinidad, de 104.2 hombres por cada 100 mujeres, a un coeficiente más equilibrado, de 99.2 para 2010; por su parte Teziutlán continúo registrando un predominio femenino en su composición por sexo, con un valor de 85.9 hombres por cada 100 mujeres.

De igual modo, la estructura por sexo por grandes grupos de edad, conserva la misma distribución que se presentó en 2000: en el grupo de niños y adolescentes se presenta un predominio masculino, que se revierte entre la población de adultos y ancianos, grupos que se caracterizan por registrar un mayor número de mujeres, esta mayoría femenina se incrementa conforme avanza la edad de la población.



Fuente: Cálculos propios con base en la información de INEGI, 2000.

Figura 2. **Coeficiente de masculinidad por grupos de edad en las localidades de Teziutlán en 2000**

Los valores del coeficiente de masculinidad de los tres rangos de edad en Teziutlán fueron muy similares en ambos años censales, mientras que en las localidades más pequeñas hubo variaciones significativas en el grupo de población de ancianos; por ejemplo en San Sebastián, en 2000 presentó un coeficiente de masculinidad de 133.3 hombres por cada 100 mujeres, en 2010 se redujo a 79.6 y en Xoloateno, pasó de 76.9 a 90.8 en diez años. En estas dos localidades, por el escaso número de población en el grupo de ancianos, la composición por sexo es más susceptible de registrar cambios notables en poco tiempo, aunque existan pequeñas variaciones en los eventos demográficos que la definen (las muertes y los cambios de residencia), mientras que en ciudades de mayor tamaño, el mismo número de eventos no implicarían cambios importantes.

Por otra parte, si bien en todas las localidades es posible identificar que su población se sitúa en las primeras fases de un proceso de envejecimiento, no todas se encuentran en la misma etapa del proceso; en este caso, las discrepancias también están determinadas por el tamaño de la localidad. La pirámide de edad de Teziutlán, registra algunas particularidades que la hacen distinta a las del resto de las localidades de la zona de estudio; por ejemplo, el grupo de edad mayoritario se ubica entre los 15 y 19 años y representa un poco más del 10% de su población (10.3%); en el resto de las localidades el grupo de edad más considerable se ubica entre la población de niños y adolescentes, (específicamente entre 5 y 9 años) y abarca una proporción mayor (representa el 13.2% en San Sebastián y el 11.9% en Atoluca). Asimismo, la proporción de ancianos en Teziutlán (6.4% de su población total), es más significativa que en el resto de las localidades (en San Sebastián fue de 3.7% y en Atoluca sólo representó el 3.4%).

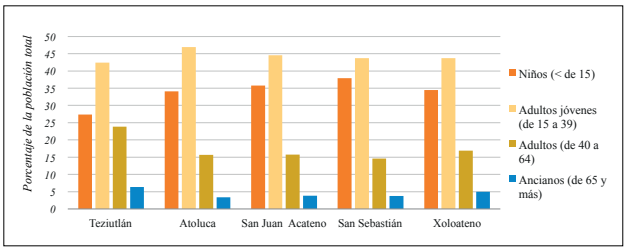
En cambio, la pirámide de edad de San Juan Acateno en 2010, parece indicar que se está invirtiendo el proceso de envejecimiento, ya que la base de la gráfica, el grupo de edad de 0 a 4 años, es el más considerable (el 13.0% de su población total), una proporción mayor al de los siguientes rangos de edad: de 5 y 9 años (con 11.0%) y el de 10 a 14 años (con 11.8%).

La estructura por edad y sexo de Teziutlán, representa la etapa más avanzada del proceso de envejecimiento de la población en la zona de estudio; la gráfica es un ejemplo característico de una pirámide de tipo regresiva; se esperaría que la composición por edad del resto de las localidades de Teziutlán, con el tiempo presentaran una forma y distribución parecida a la de Teziutlán.

Finalmente, para apreciar de manera gráfica las diferencias en la composición por edad de las localidades en Teziutlán, se formaron cuatro grandes grupos de edad, partiendo de la definición de los grupos de edad funcionales (niños, adultos y ancianos), se dividió a la población de adultos en dos: adultos jóvenes (de 15 a 39 años de edad) y adultos (de 40 a 64 años), con el fin de formar rangos de edad comparativos.

De esta manera, se puede observar que la proporción de niños en Teziutlán (de 27.3%) es menor que en las demás localidades, donde este grupo de la población comprende más de una tercera parte de la población total (en San Sebastián representan 37.9% y en San Juan Acateno 35.8%); en todas las localidades el grupo de edad más significativo es el de adultos jóvenes, con la particularidad de que la proporción que registra este grupo en las distintas localidades muestran poca variación, el valor más alto se presenta en Atoluca (con 46.9%) y el menor en Teziutlán (con 42.4%); el grupo de población de 40 a 64 años de edad, es más considerable en Teziutlán (representa el 23.9%) mientras que en las demás localidades se presentan valores menores (Xoloateno 16.9% y Atoluca el 15.7%, Figura 3).

En materia de infraestructura educativa, el municipio de Teziutlán cuenta con todos los niveles educativos, pues se registran unidades que van desde el grado preescolar hasta el nivel de educación superior y de posgrado, localizándose de manera selectiva en las zonas urbanas, de entre las que resalta la zona urbana de Teziutlán. En cuanto a las localidades rurales, se puede apreciar que existen los grados preescolar, primaria y secundaria, aunque este último se reporta con menor frecuencia,como se aprecia en el mapa III.3.4.



Fuente: Cálculos propios con base en la información de INEGI, 2011.

Figura 3. **Distribución de la población por grandes grupos de edad en las localidades de Teziutlán en 2010.**

En este mismo sentido y con base en el Censo de Escuelas, Maestros y Alumnos de Educación Básica y Especial 2013 del INEGI y de la Secretaría de Educación Pública (SEP), el municipio de Teziutlán presenta un total de 169 centros de trabajos educativos que atienden a 23,044 alumnos, tal como se muestra en la Tabla 1.

El municipio presenta un grado promedio de escolaridad de 8.51, según datos obtenidos del Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Puebla, como se muestra en la Tabla 2.

En torno a la población analfabeta, el municipio de Teziutlán ocupa el lugar 22 respecto de los 217 municipios con que cuenta el Estado de Puebla, al registrar 4,365 personas analfabetas de 15 años y más. Cabe destacar que las mujeres presentan esta condición en mayor proporción que a los hombres, tanto en localidades urbanas como rurales de la zona centro del municipio hacia el sur, lo que sin duda es un reflejo de la cultura predominantemente sexista de la región y de la entidad, hecho que se puede apreciar en el mapa III.3.5.

Respecto a la infraestructura médica y el acceso a servicios de salud en las principales zonas urbanas del municipio de Teziutlán, se observa que entre el 40.1 y 60.0% de las personas no tienen acceso a este tipo de servicios en las localidades de Teziutlán y Atoluca por AGEB Urbana y,mientras que las zonas de San Sebastián y San Juan Acateno presentan una situación más desfavorable pues entre el 60.1 y 80.0% de la población por AGEB Urbana tampoco tiene acceso a servicios de salud, como se muestra en el mapa III.3.6. En la zona centro de la localidad de Teziutlán el indicador se reduce favorablemente pues presenta un porcentaje de entre el 20.1 y 40.0 % en cuanto a la proporción de personas que no cuentan con acceso a servicios de salud.

En cuanto a infraestructura de comunicación, el municipio de Teziutlán registra varios tipos y niveles de vías terrestres como son: carretera estatal de cuota; carretera federal; carretera estatal libre; carretera municipal; así como caminos y terracerías.

Tabla 1. **Censo de Escuelas, Maestros y Alumnos de Educación Básica y Especial 2013**

21174	Teziutlán	169	1819	1156	23,044
211740001	Teziutlán	103	1413	817	15,250
211740002	Ahuata	1	1	1	21
211740004	Atoluca	6	42	36	998
211740006	Coyopol	3	7	7	139
211740010	Huehueymico	3	13	11	211
211740011	Ixtahuiata (La Legua)	3	12	12	249
211740012	Ixticpan	5	73	54	528
211740013	Ixtlahuaca	2	6	4	183
211740014	Mexcalcuautla	3	21	15	483
211740015	San Diego	3	14	12	341
211740016	San Juan Acateno	7	56	46	1,283
211740017	San Juan Tezongo	2	7	7	180
211740019	San Sebastián	8	69	59	1,714
211740021	Temecata	2	2	2	8
211740022	Xoloateno	3	34	27	653
211740024	Aire Libre (La Mina)	3	17	17	130
211740031	San Miguel Capulines	2	3	3	78
211740034	La Cantera (Tehuatlán)	2	2	2	18
211740035	Cuaxoxpan	2	4	3	61
211740037	Maxtaco	1	4	4	63
211740045	Sección 23	5	19	17	453

Censo de Escuelas, Maestros y Alumnos de Educación Básica y Especial 2013 (Fuente: INEGI – SEP).

En el mapa III.3.7 se observa que la red de carreteras de nivel municipal es la única via terrestre que atraviesa todo el territorio de norte a sur, en tanto que la red carretera estatal abarca del suroriente hacia el centro-occidente del municipio, pasando por las principales

Tabla 2. **Educación en Teziutlán 2010**

EDUCACIÓN (2010) MUNICIPIO DE TEZIUTLÁN, PUEBLA				
Grado promedio de escolaridad(*1)	Municipio	8.51		
	Estado	7.95		
	En el municipio	Estatal	Lugar estatal	
Población analfabeta(*1)	4,365 hab	407,182 hab.	22	
Porcentaje en relación a la población mayor de 15 años(*1)	6.8%	10.4%	23	
Nivel educativo	**Cobertura municipal(*2)**	**Cobertura estatal(*3)**	**Abandono escolar municipal (*2)**	**Abandono escolar estatal(*2)**
Preescolar	1.37%	74.72%	3.0%	NA
Primaria	0.78%	97.07%	2.6%	1.2%
Secundaria	1.69%	88.17%	5.8%	4.7%
Media superior	0.00%	63.01%	3.4%	11.2%
Superior	52.1% (*3)	30.0% (*2)	ND	12.3%

Datos:
NA: No aplica
ND: No Disponible
*1: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010.
*2: Secretaría de Educación Publica, 2010.
*3: Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Puebla.

Fuente: Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Puebla.

zonas urbanas de Teziutlán, Xoloateno, San Sebastián, Atoluca y San Juan Acateno.

La infraestructura carretera federal que atraviesa por el municipio corresponde a los tramos: Amozoc-Teziutlán (Red Federal Libre, Ruta MEX-129); Teziutlán-Nautla (Red Federal Libre, Ruta MEX-129); Teziutlán-Perote (red federal libre, Ruta MEX-131); y Libres-Teziutlán (red estatal de cuota, Ruta PUE-D). Finalmente, en la zona sur-occidente del municipio de Teziutlán, colindando con Chignautla, se ubica la carretera estatal de cuota y, por otro lado, los caminos y terracerias se presentan en todo el territorio municipal destacando en la zona centro hacia el sur.

El Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) considera al indicador de Rezago Social de la siguiente manera:

> El rezago social es una medida ponderada que reúne una variedad de indicadores de temas como educación, servicios de salud, servicios básicos, calidad y espacios en la vivienda, y activos en el hogar, lo que de manera agregada permite observar las carencias sociales de las áreas en estudio que pueden ser de nivel estatal, municipal, por localidad e incluso por AGEB que es una unidad territorial más desagregada. Los resultados de la estimación del índice se presentan en cinco estratos: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto rezago social.

El municipio de Teziutlán reportó en ese año un grado de rezago social de nivel muy bajo (ver Tabla 3). Sin embargo, cuando los indicadores se analizan a un nivel de mayor desagregación, es decir por localidad o por AGEB urbana, las calificaciones de las variables que integran el indicador del rezago social reportan diferencias significativas, lo cual puede apreciarse en el mapa III.3.8, con lo que se observa que las localidades de San Juan Acateno y San Sebastián son las únicas localidades que presentan un grado de rezago social Muy Alto; por su parte, Atoluca y Xoloateno presentan un grado alto de rezago social; y finalmente la localidad urbana de Teziutlán presenta una combinación de niveles medio, bajo y muy bajo, los cuales varían en función de las colonias de esa localidad, lo que además de esclarecer la situación en que subsisten los habitantes de las distintas localidades urbanas del municipio, deja de manifiesto la influencia y peso estadístico de la cabecera municipal en el registro de las variables globales.

De igual modo a lo anterior, el grado de marginación bajo (Tabla 4), otorgado para el nivel municipal, presenta variaciones al interior del municipio de Teziutlán cuando se analiza de manera más desagregada territorialmente, es decir por AGEB urbana, lo que arroja que localidades urbanas como San Sebastián presenta un grado muy alto de marginación, mientras que Atoluca, San Juan Acateno y Xoloateno presentan un grado alto; la localidad urbana de Teziutlán presenta una combinación de muy bajo, bajo y medio, también con referencia a las distintas colonias que incluye la AGEB urbana, como se presenta en el mapa III.3.9.

En general en el municipio ambos indicadores, presentan el mismo patrón de una calificación positiva, registrando los rangos más desfavorables en la zona norte del municipio, mientras que al centro-occidente las calificaciones mejoran, seguramente por la cercanía con la cabecera municipal y sus impactos positivos en la concentración de los satisfactores sociales.

En el mapa III.3.10 se puede observar la integración por sexo de la Población Económicamente Activa (PEA) en las localidades del municipio de Teziutlán, sean estas urbanas o rurales. Los datos muestran una tendencia hacia la mayor participación del hombre a medida que el tamaño de la localidad crece en número de habitan-

Tabla 3. **Indicadores sociales 2010 para el municipio de Teziutlán**

Grado	Bajo	Muy Alto	MuyBajo	Bajo
Lugar Estatal (de 217 municipios)	204	9	209	153
Lugar Nacional (de 2,457 municipios)	1,848	404	1,785	1,649
Interpretación de lugar que ocupa en el municipio	Menor es mejor	Mayor es mejor	Menor es mejor	Sin tendencia
%Población en situación de pobreza (habitantes)	52.22%	9.89%	42.33%	
Población en situación de pobreza	49,560	9,388	40,172	
Lugar Estatal (de 217 mpios)	213	208	213	
Lugar Nal (de 2,456 mpios)	1,949	1,773	2,036	
Población vulnerable por carencias sociales		27.28	25,889	
Población vulnerable poringresos		7.37	6,991	
Población no pobre y no vulnerable		13.14	12,473	
Población con al menos 1 carenciasocial		79.49	75,449	
Población con al menos 3 carencias sociales		35.22	33,424	
Rezago educativo		22.53	21,386	
Acceso a los servicios de salud		35.72	33,903	
Acceso a la seguridad social		67.81	64,358	
Calidad y espacios de la vivienda		26.37	25,026	
Acceso a los servicios básicos en la vivienda		26.65	25,295	
Acceso a la alimentación		29.8	28,280	
Población con ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo		16.85	15,996	
Población con ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo		59.58	56,551	

Datos:1/ CONAPO. Índice de Marginación 2015. 2/ PNUD. Informe sobre Desarrollo Humano, 2010 3/ CONEVAL. Índice de Rezago Socíal, 2010. 4/ CONAPO.Intensidad Migratoria, 2010. 5/ CONEVAL. Metodología para la Medición Multidimensional de la Pobreza, 2010

Fuente: Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Puebla.

Tabla 4. **Indicadores de marginación para el municipio de Teziutlán**

Población total	**92,246**
% Población de 15 años o más analfabeta	6.84
% Población de 15 años o más sin primaria completa	19.25
% Ocupantes en viviendas particulares habitadas sin drenaje ni excusado	0.62
% Ocupantes en viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	0.75
% Ocupantes en viviendas particulares habitadas sin agua entubada	2.02
% Viviendas particulares habitadas con algún nivel de hacinamiento	43.81
% Ocupantes en viviendas particulares habitadas con piso de tierra	5.19
% Población en localidades con menos de 5 000 habitantes	30.74
% Población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	52.99

Fuente: SEDESOL. Catálogo de localidades Sistema de Apoyo para la Planeación del PDZP.

tes, aunque es de resaltarse que en localidades urbanas de menor rango, la participación femenina disminuye drásticamente incluso por debajo de localidades rurales en las que históricamente hay una menor participación de la mujer en las actividades económicas locales. Las actividades orientadas a la producción de bienes y servicios para el mercado y por las cuales se percibe una remuneración son las registradas en los censos, mientras que el trabajo reproductivo, es decir aquel que es destinado a las labores domésticas y de cuidados del hogar, es sobresaliente en las mujeres, pero como no es remunerado no son registradas como económicamente activas u ocupadas, despreciando los impactos económicos que dicha actividad tiene en las distintas variables económicas.

De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI, el municipio de Teziutlán presenta una alta participación porcentual de trabajadores ocupados en actividades relacionadas con el sector secundario, arriba del 40%, cantidad que sin duda marca una diferencia en los valores generales del Estado de Puebla que se ubica en 26%.

Como consecuencia del establecimiento de maquiladoras en Teziutlán, la situación del sector primario es inversa a la del secundario: mientras a nivel estatal se ocupa en el sector primario el 22.3% de la PEA, en el municipio de Teziutlán se registra el 5.73, lo que hace evidente un transvase de trabajadores del tradicional sector primario al secundario en el municipio de Teziutlán con las consecuentes implicaciones de este hecho en los niveles de ingreso y acceso a otro tipo de satisfactores urbanos.

El porcentaje de población ocupada que recibe un ingreso por trabajo de hasta un salario mínimo en el municipio de Teziutlán es del 11.32% de la PEA, mientras que a nivel estado este indicador se duplica y más, pues se eleva hasta el 25.08%; sin embargo, el decil de ingreso del siguiente rango, es decir, los trabajadores que reciben mensualmente entre 1 y 2 salarios mínimos la relación es inversa, ya que en el municipio de Teziutlán alcanza el 41.67% mientras que a nivel del estado se ubica en el 27.37%, lo que resulta que en la comparativa estado-municipio los valores de este último son menos desfavorables.

La discapacidad es entendida como un término genérico que abarca deficiencias, limitaciones de la actividad y restricciones a la participación,a las personas que padecen alguna enfermedad (por ejemplo, parálisis cerebral, síndrome de Down y depresión) y factores personales y ambientales (por ejemplo, actitudes negativas, transporte y edificios públicos inaccesibles y un apoyo social limitado). La población del municipio de Teziutlán presenta registros de las siguientes discapacidaes: motriz, visual, lenguaje, auditiva y mental como lo muestra el mapa III.3.11. El registro se tiene sobre todo de la zona centro hacia el sur; en las localidades urbanas sobresale la discapacidad relacionada con el aspecto motriz seguida de la visual y en menor medida estan presentes las de lenguaje, auditiva y en último lugar la mental. En el caso de las zonas rurales, al igual que las zonas urbanas, la discapacidad motriz es la más representativa en la población, seguida de la visual y en menor medida lenguaje, auditiva y mental.

FUENTES

Censo de Escuelas, Maestros y Alumnos de Educación Básica y Especial (2013). *Atlas Educativo* [http://cemabe.inegi.org.mx/].

Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Puebla, *Fichas Municipales: Teziutlán* [http://www.coteigep.puebla.gob.mx/est231.php?muni=21174#TABLA!A3].

Coneval, *Informe de pobreza y evaluación en el estado de Puebla 2012* [http://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Documents/Informes%20de%20pobreza%20y%20evaluaci%C3%B3n%202010-2012_Documentos/Informe%20de%20pobreza%20y%20evaluaci%C3%B3n%202012_Puebla.pdf].

INAFED, *principales datos socioeconómicos por municipio* [http://www.inafed.gob.mx/es/inafed/Principales_Datos_Socioeconomicos_por_Municipio].

INEGI (2000), Principales resultados por localidad (ITER). *XII Censo General de población y vivienda 2000*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

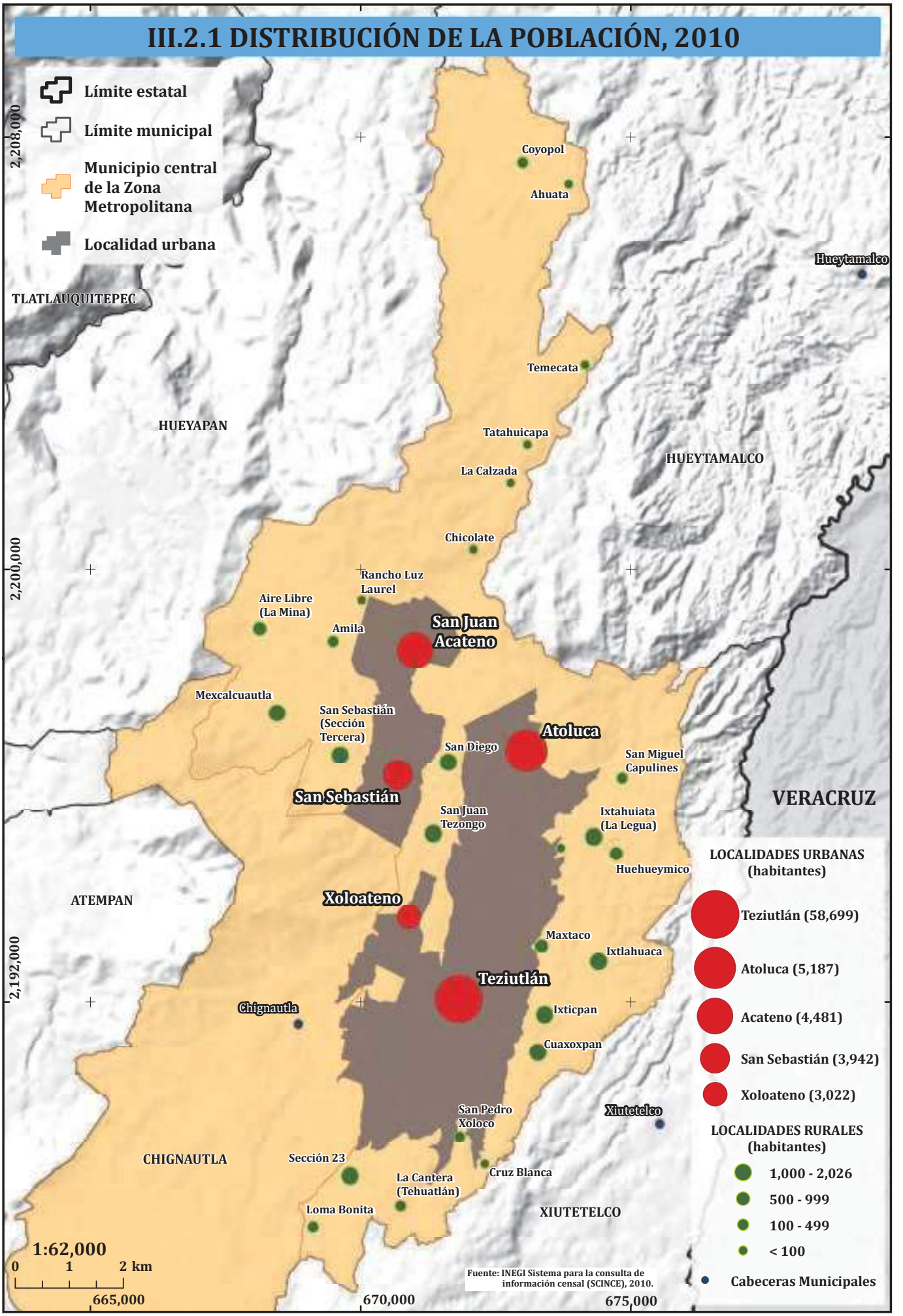
INEGI (2011). Principales resultados por localidad (ITER). *Censo de población y vivienda 2010*, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

Organización Mundial de la Salud, *Discapacidad y Salud* [http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs352/es/].

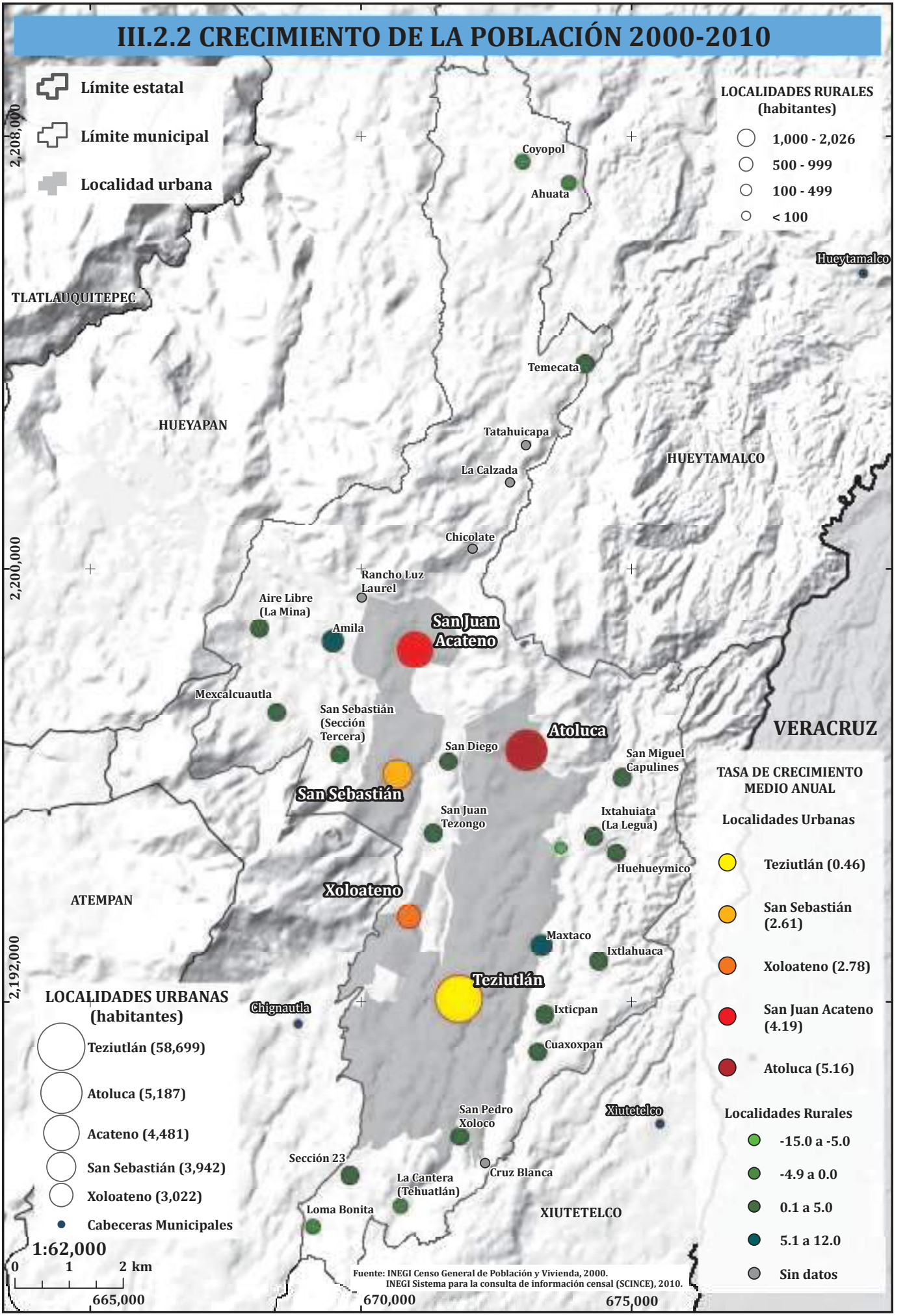
Secretaría de Comunicaciones y Transportes, *Indice red carreteras 2013*, [http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Datos-Viales-2013/Velocidad/21_PUEBLA.pdf].

Sedesol, *Catalogo de localidades, Sistema de Apoyo para la Planeación del PDZP* [http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=21&mun=174].

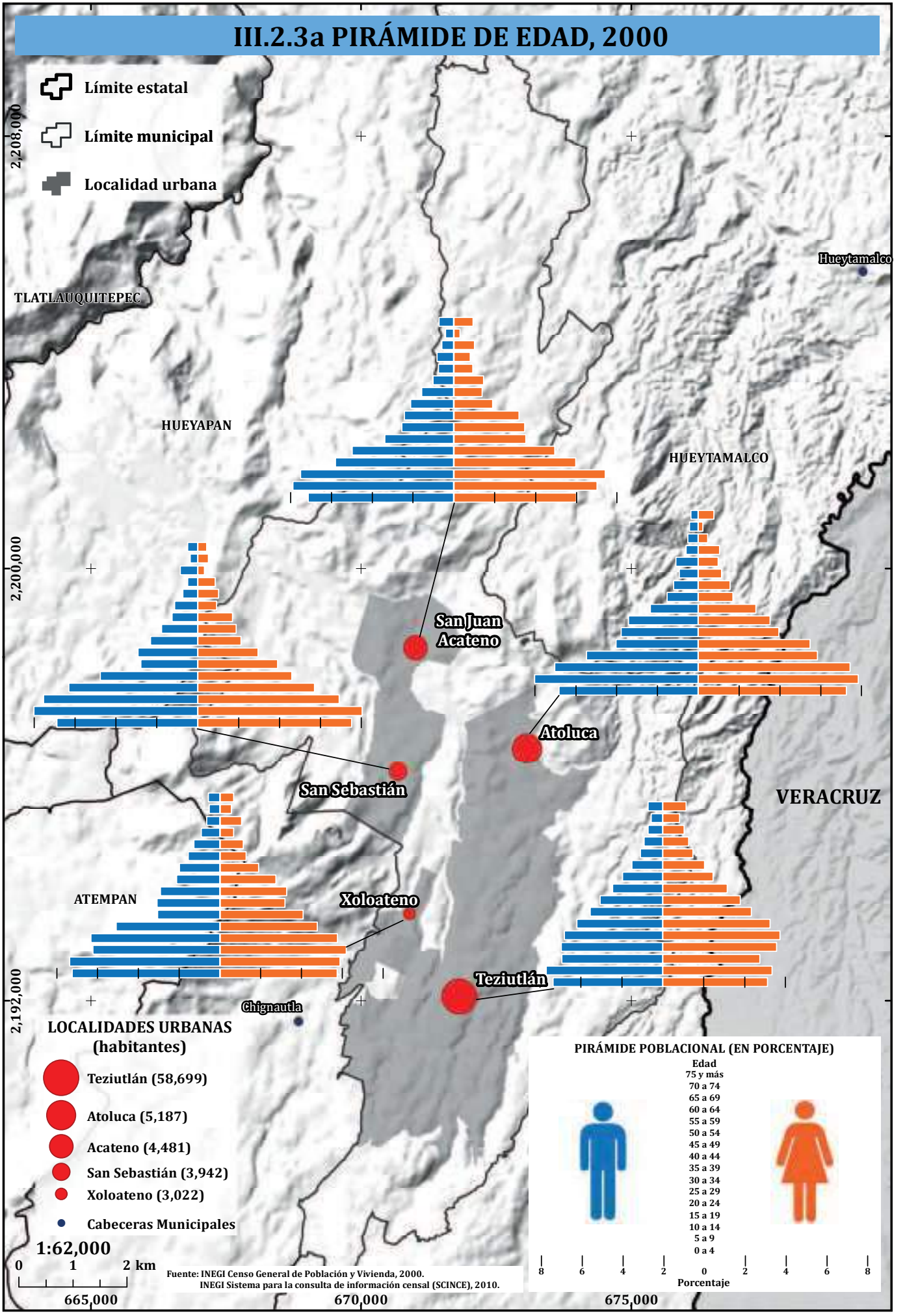
III.2.1 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN, 2010



III.2.2 CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN 2000-2010

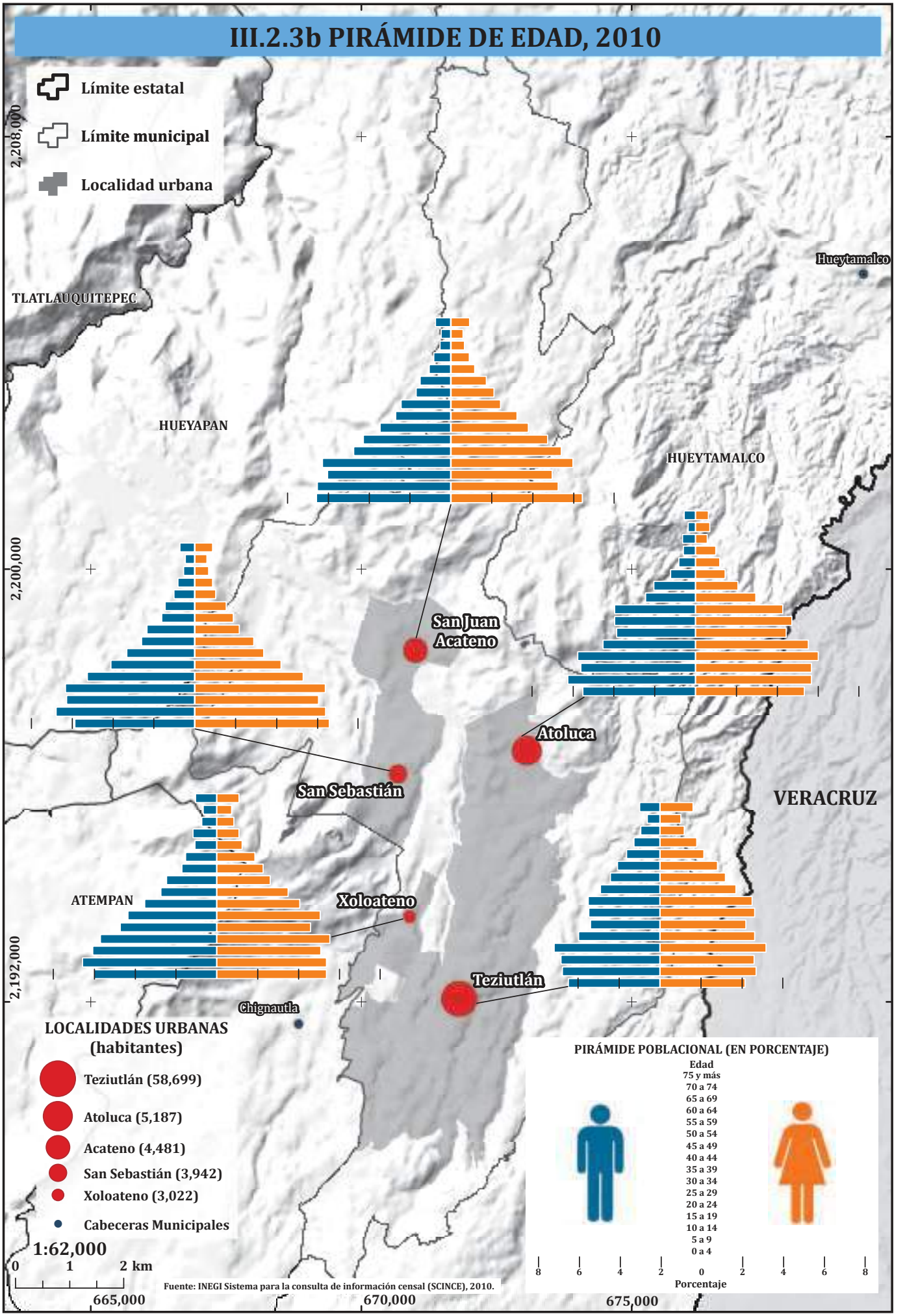


III.2.3a PIRÁMIDE DE EDAD, 2000



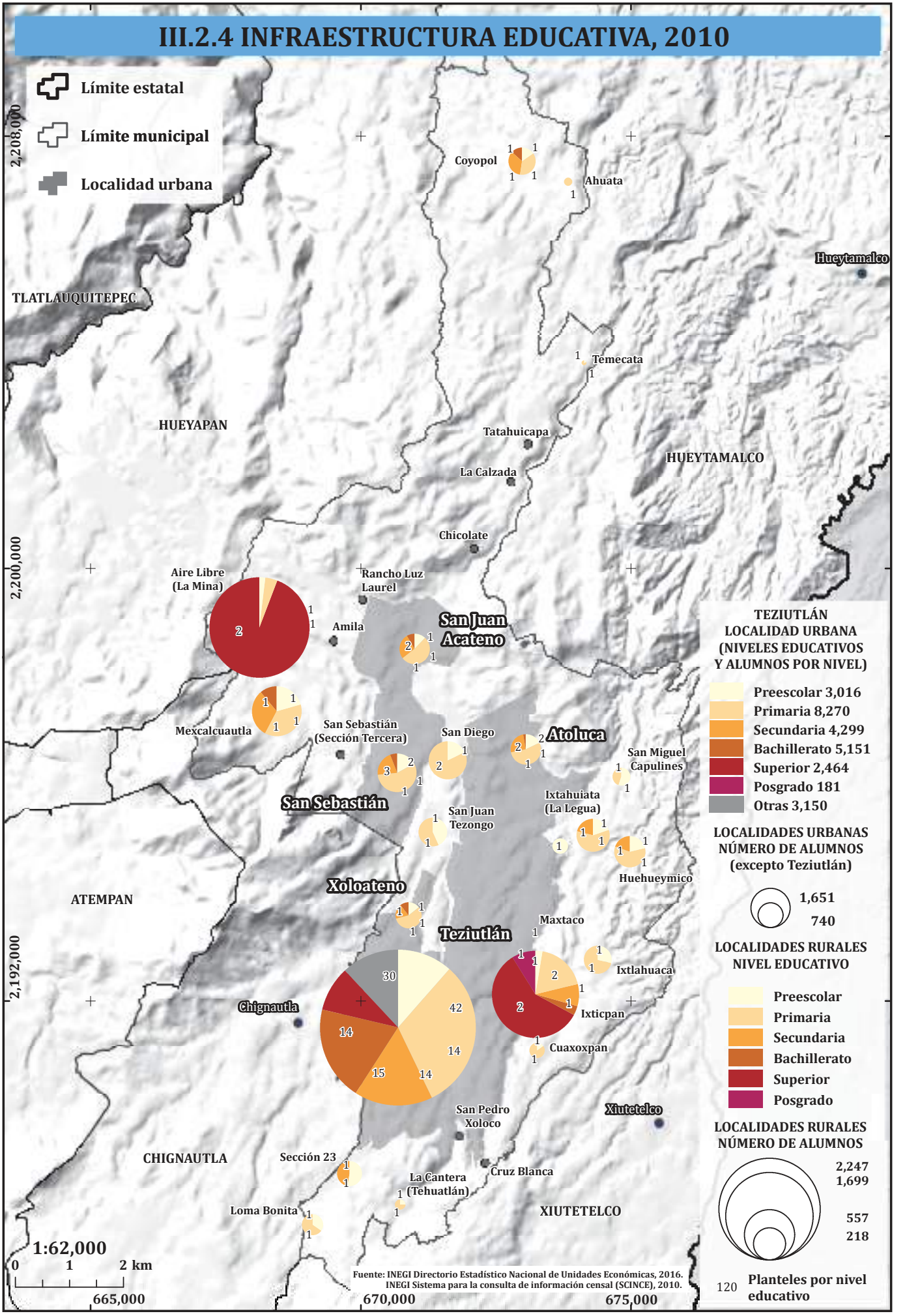
Fuente: INEGI Censo General de Población y Vivienda, 2000.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

III.2.3b PIRÁMIDE DE EDAD, 2010

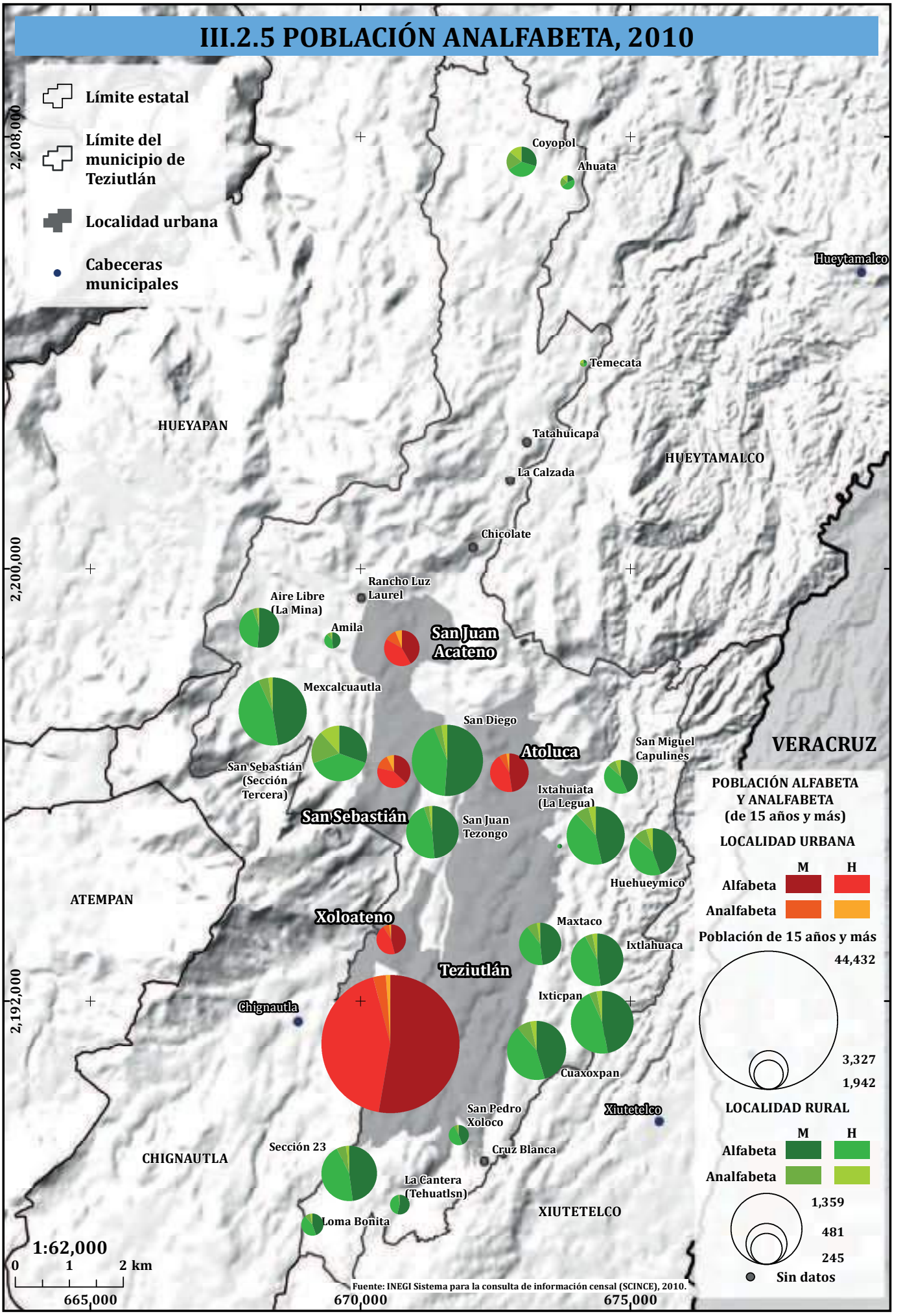


Fuente: INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

III.2.4 INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA, 2010

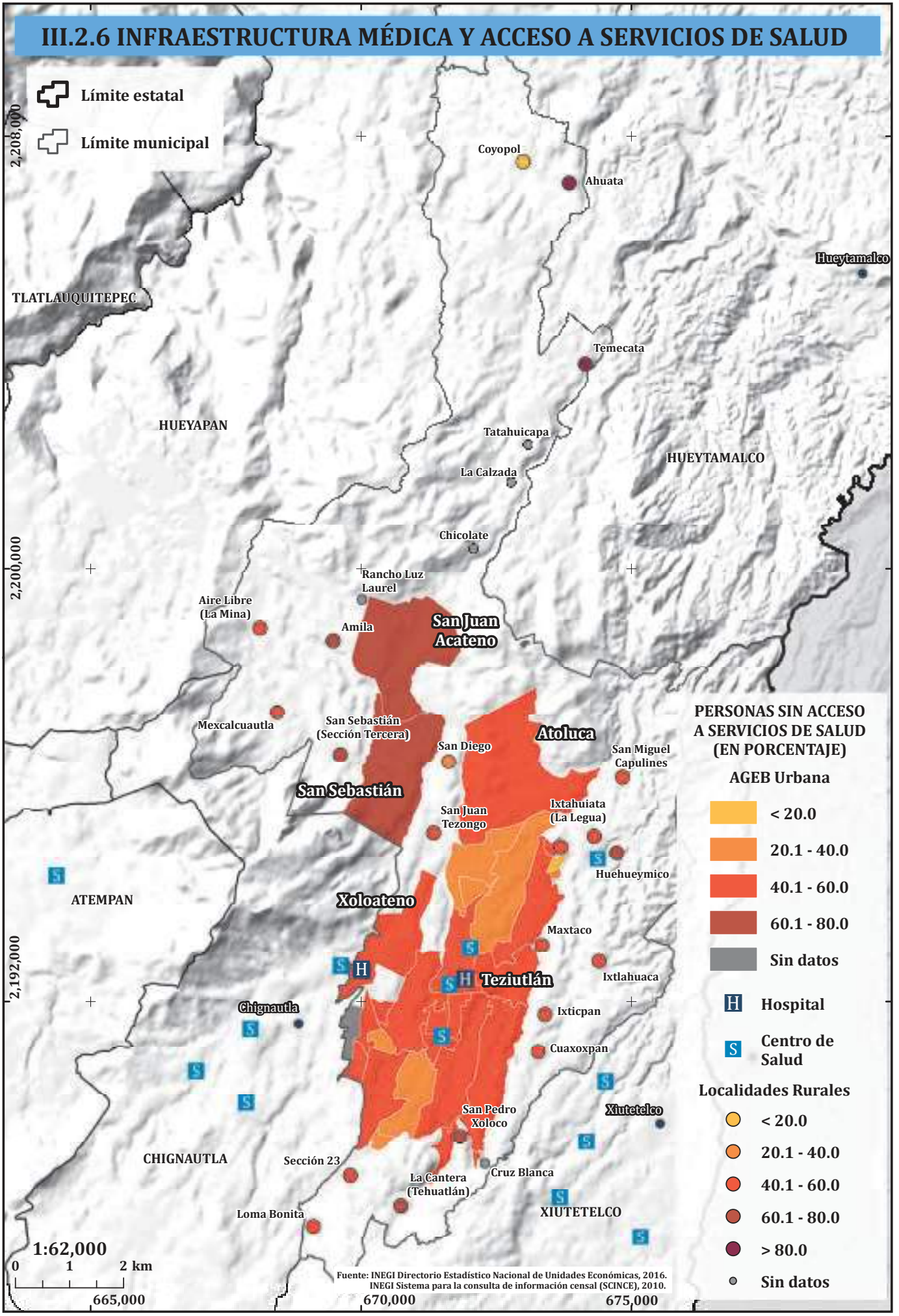


III.2.5 POBLACIÓN ANALFABETA, 2010

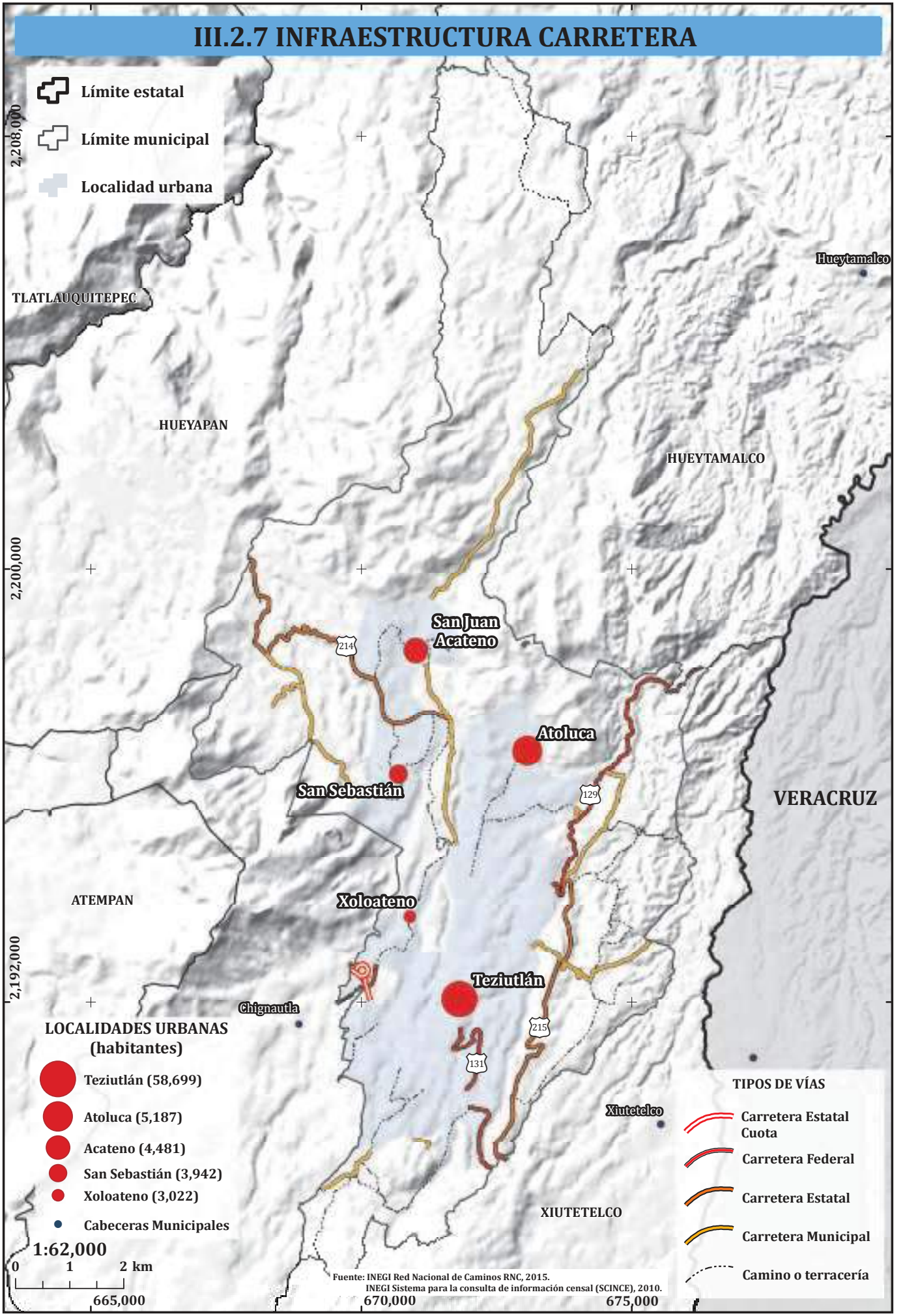


Fuente: INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

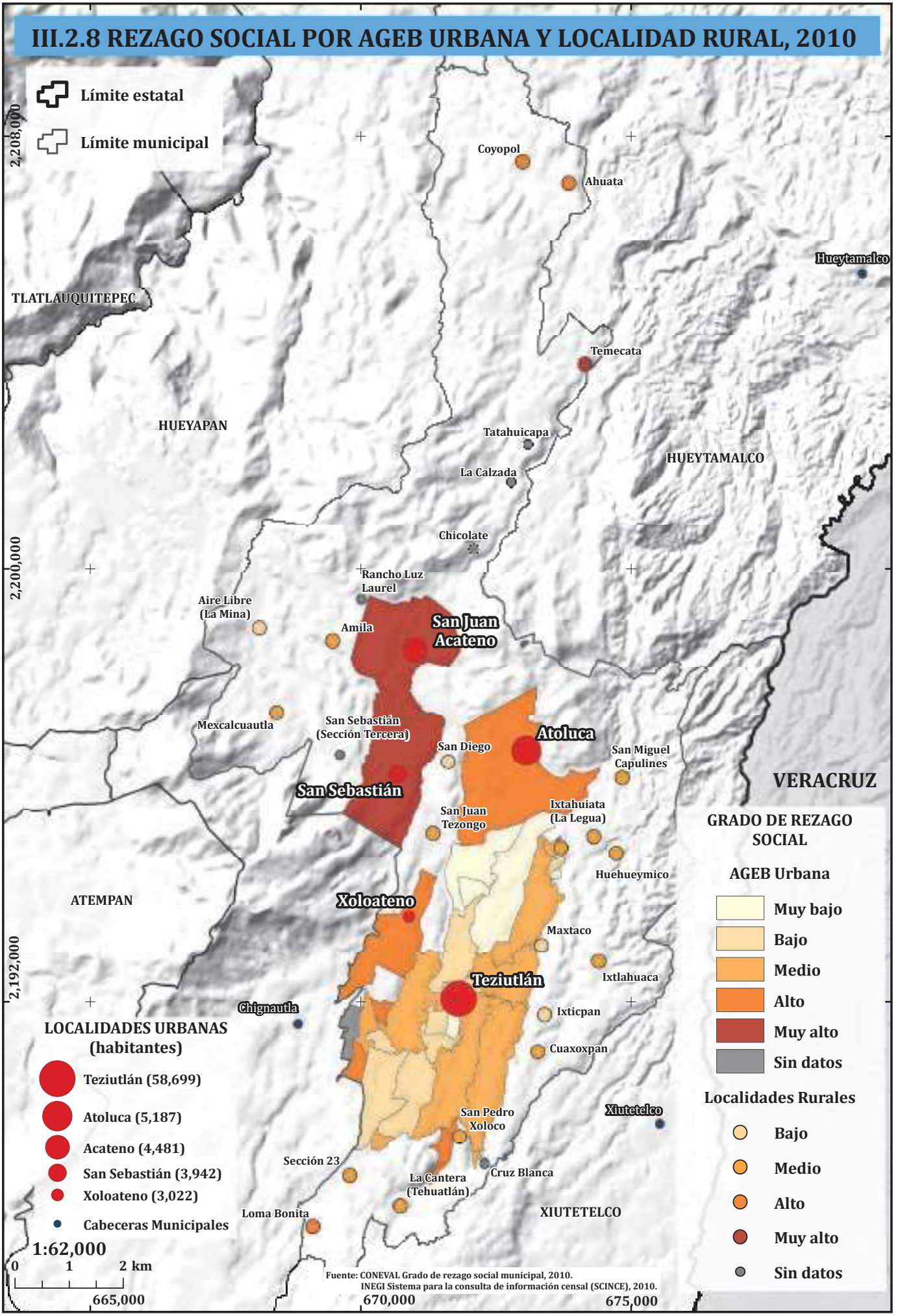
III.2.6 INFRAESTRUCTURA MÉDICA Y ACCESO A SERVICIOS DE SALUD



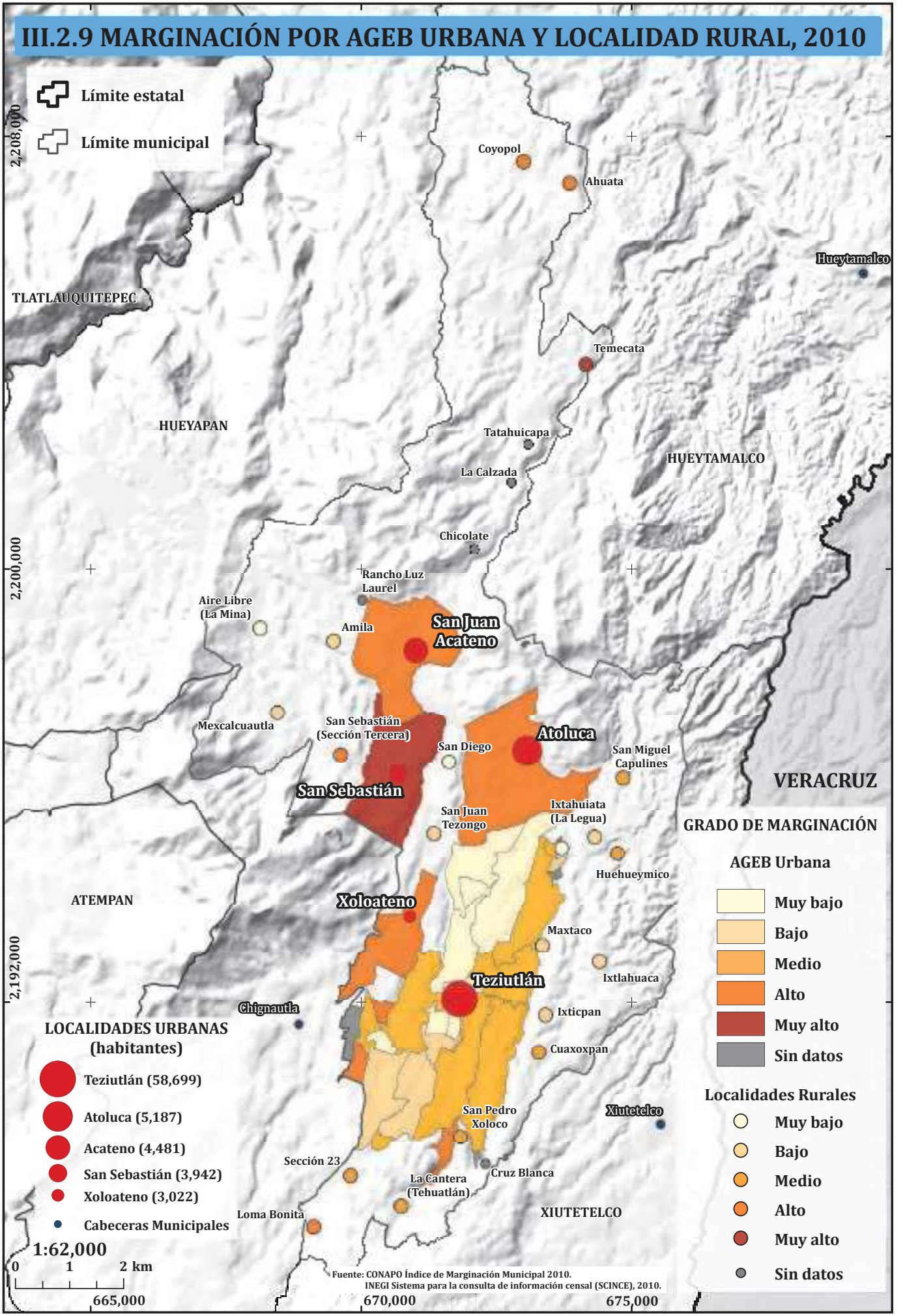
III.2.7 INFRAESTRUCTURA CARRETERA



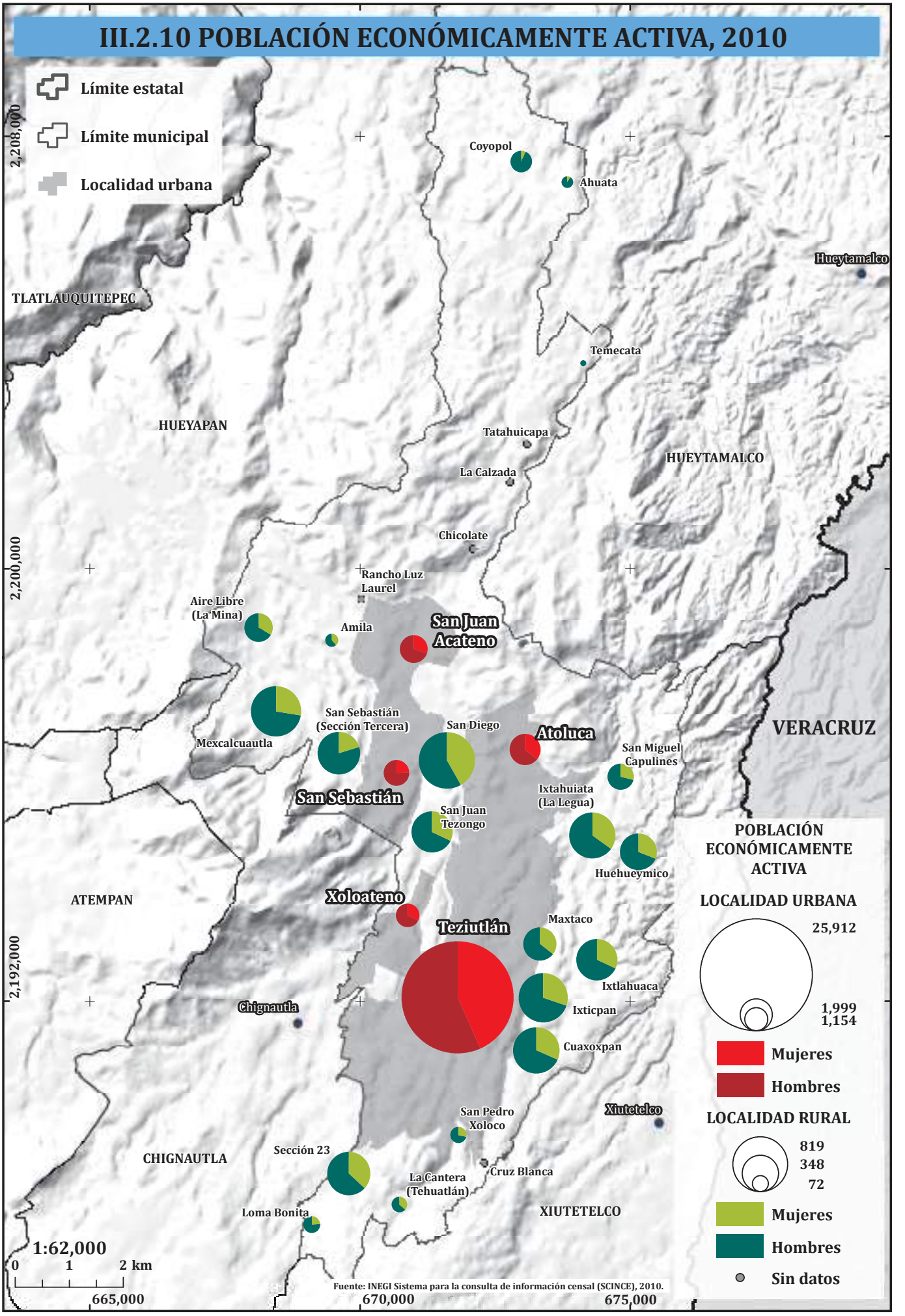
Fuente: INEGI Red Nacional de Caminos RNC, 2015.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.


III.2.8 REZAGO SOCIAL POR AGEB URBANA Y LOCALIDAD RURAL, 2010
Límite estatal
Límite municipal
2,208,000
2,200,000
2,192,000
Coyopol
Ahuata
Huey tamalco
TLATLAUQUITEPEC
Temecata
HUEYAPAN
Tatahuicapa
HUEYTAMALCO
La Calzada
Chicolate
Rancho Luz Laurel
Aire Libre (La Mina)
Amila
San Juan Acateno
Mexcalcuautla
San Sebastián (Sección Tercera)
Atoluca
San Diego
San Miguel Capulines
VERACRUZ
San Sebastián
San Juan Tezongo
Ixtahuiata (La Legua)
Huehueymico
ATEMPAN
Xoloateno
Maxtaco
Ixtlahuaca
Teziutlán
Chignautla
Ixticpan
Cuaxoxpan
Xiutetelco
San Pedro Xoloco
Sección 23
La Cantera (Tehuatlán)
Cruz Blanca
Loma Bonita
XIUTETELCO
LOCALIDADES URBANAS (habitantes)
Teziutlán (58,699)
Atoluca (5,187)
Acateno (4,481)
San Sebastián (3,942)
Xoloateno (3,022)
Cabeceras Municipales
1:62,000
0 1 2 km
665,000
670,000
675,000
GRADO DE REZAGO SOCIAL
AGEB Urbana
Muy bajo
Bajo
Medio
Alto
Muy alto
Sin datos
Localidades Rurales
Bajo
Medio
Alto
Muy alto
Sin datos
Fuente: CONEVAL Grado de rezago social municipal, 2010.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

III.2.9 MARGINACIÓN POR AGEB URBANA Y LOCALIDAD RURAL, 2010

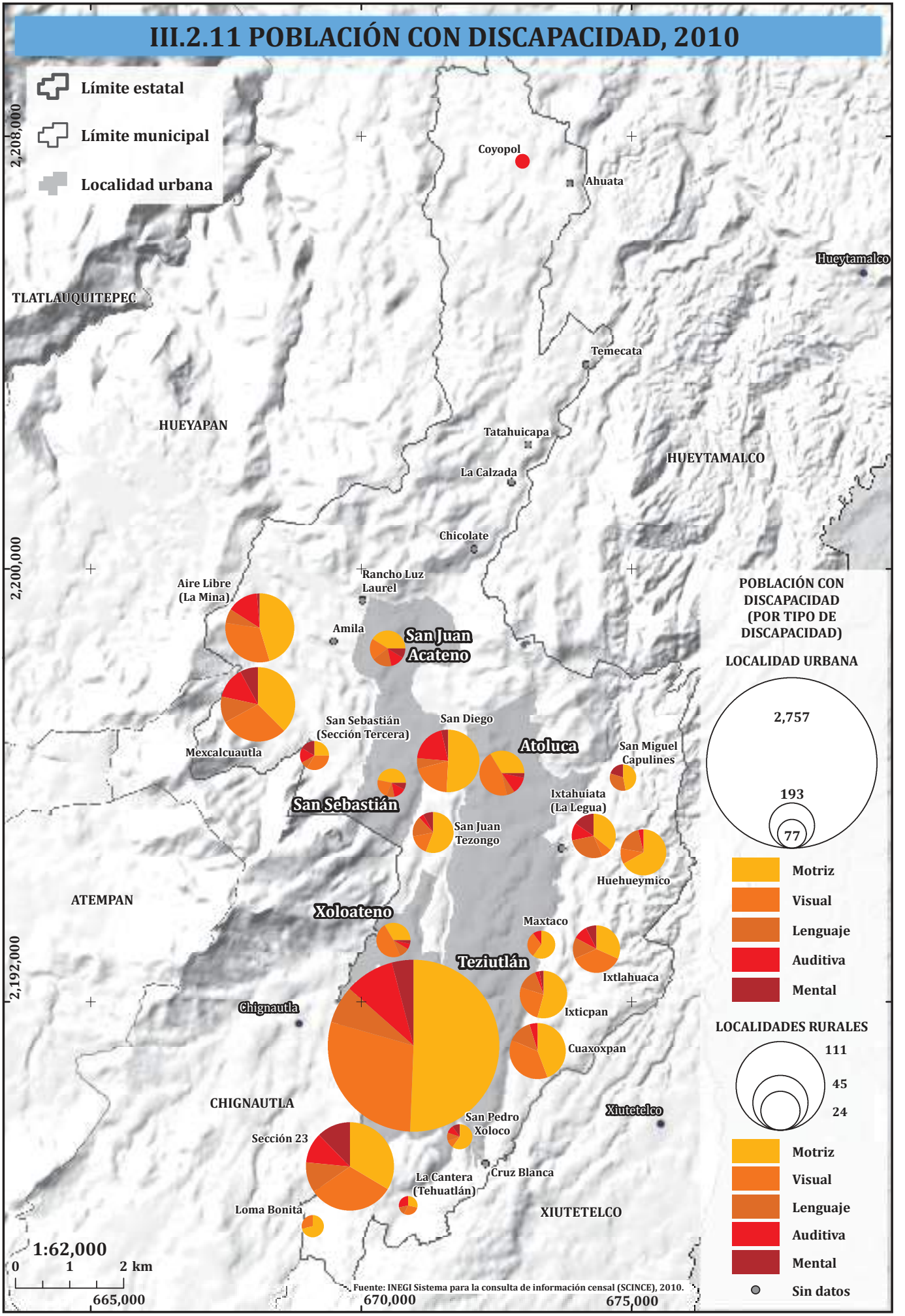


III.2.10 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA, 2010



Fuente: INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

III.2.11 POBLACIÓN CON DISCAPACIDAD, 2010



III.3c Percepción del riesgo de desastre por inestabilidad de laderas

Irasema Alcántara Ayala, Ricardo J. Garnica Peña, Javier Urbina Soria, Ana Rosa Moreno y Karina Landeros Mugica

La percepción del riesgo se refiere a la manera en que las personas visualizan un riesgo potencial o tangible en términos de su probable ocurrencia, impacto y consecuencias, particularmente a corto plazo. Es influida por diferentes factores, tales como la cultura, la experiencia, los beneficios y las necesidades sociales, entre otros. Comúnmente los riesgos generales son percibidos como más probables que los riesgos personales, y dicha percepción varía asimismo en función del lugar de residencia.

De manera frecuente las experiencias con desastres aumentan la percepción del riesgo. Por ello, es importante entender cómo la exposición, la experiencia, los recuerdos, los conocimientos, las creencias, los sentimientos de seguridad y la preparación personal se relacionan con la percepción del riesgo de desastre.

La percepción del riesgo involucra el entendimiento de un peligro o amenaza a partir de la observación directa o de la información obtenida de otras personas, medios o redes sociales, por lo que su vínculo con la comunicación del riesgo es evidente. Ambos son muy útiles para comprender cómo las personas interpretan la información y en consecuencia su manera de actuar para hacer frente a los riesgos.

El conocimiento acerca de los riesgos a los que se está expuesto puede y debe ser reforzado mediante estrategias de comunicación de riesgos adecuadas al contexto de la población en riesgo, cuya participación es esencial para abordar y resolver los problemas asociados a la inestabilidad de laderas y construir un diálogo con todos los responsables de la gestión de riesgos.

En dicho tenor, se realizó una encuesta para analizar la percepción del riesgo en Teziutlán. La muestra final estuvo integrada por 600 adultos mayores de 18 años de edad, habitantes de siete colonias o barrios de Teziutlán. Se efectuó un muestreo aleatorio intencional por cuotas, considerando como criterios de inclusión el nivel de susceptibilidad a deslizamientos de la zona en la que vivieron y la experiencia con desastres por inestabilidad de laderas. Las entrevistas se realizaron en abril de 2014, de manera voluntaria y anónima (para mayor detalle ver Alcántara Ayala y Moreno, 2016; Landeros Mugica et al., 2016; y Hernández Moreno y Alcántara Ayala, 2017). Los resultados generales de dicho análisis se incluyen en la presente sección.

Experiencia

Los procesos de remoción en masa, especialmente los deslizamientos, son frecuentes en Teziutlán, por lo que es común que los habitantes hayan tenido experiencia con algún deslizamiento o desastre asociado con este tipo de fenómenos. De acuerdo con el análisis de percepción realizado, el 22% de la población encuestada experimentó deslizamientos de tierra en su vecindario; el 22% en otra colonia o barrio; 12% no había experimentado un deslizamiento de tierra, pero un pariente o amigo cercano sí. El 12% nunca había sufrido los efectos de un deslizamiento de tierra, así como tampoco un pariente o amigo cercano, mientras que el 32% sólo había oído o visto información relacionada con deslizamientos de tierra.

En las colonias La Aurora (50%), Juárez-Ávila Camacho (47%) y Aire Libre (44%) se registraron los porcentajes más altos en cuanto a la experiencia directa de los pobladores en su colonia de origen con la ocurrencia de deslizamientos (mapa III.4.1), mientras que en la colonia Ayotzingo, que fue creada para la reubicación de los afectados, el 52% de los entrevistados indicaron haber tenido experiencia directa en otra colonia, es decir, su colonia de origen antes de la reubicación. En las colonias San Andrés (38%) y Xoloco (40%) se registraron los mayores porcentajes de personas, cuya experiencia con deslizamientos de tierra se generó a través de los medios de comunicación, lo que significa que ni ellos, ni sus familiares o conocidos han sido afectados por la inestabilidad de laderas.

En relación con las pérdidas asociadas a la ocurrencia de deslizamientos, los habitantes de la colonia Ayotzingo son los más afectados tanto en pérdida humanas de un familiar, amigo o conocido, como de sus animales y/o cultivos, y bienes materiales, especialmente enseres domésticos. Los habitantes actuales de las colonias La Aurora y Juárez-Ávila Camacho, también reportaron pérdidas sustanciales en todos los rubros antes mencionados, mientras que los habitantes del centro de Teziutlán fueron los menos afectados (mapa III.4.2).

Sensibilidad

Respecto a las causas naturales y antropogénicas de los procesos de remoción en masa, las fuertes lluvias y los terremotos fueron percibidos por el 70% y el 55% de los entrevistados, respectivamente, como las principales causas de dichos procesos. En un segundo plano, la construcción de viviendas en laderas (48%) y la presencia de suelo suelto o blando (45%) también fueron percibidas como principales causas (mapa III.4.3, Figura 1).

En todas las colonias las personas están conscientes de que el principal detonador de la inestabilidad de laderas en Teziutlán son las lluvias. Sin embargo, sólo en las colonias Ayotzingo y el centro de Teziutlán consideraron la construcción de casas en laderas, como la segunda causa de los deslizamientos. En todas las restantes colonias, la sismicidad fue el segundo factor de mayor relevancia. Llama la atención que en La Aurora, donde 109 personas perdieron la vida en el desastre de 1999, únicamente 13 personas hayan considerado el impacto de la construcción de viviendas en laderas en la ocurrencia de deslizamientos.

Cabe también hacer mención que más del 90% de la población no le da importancia a los drenajes o a los canales para drenar el agua como factores de influencia en la inestabilidad de las laderas. Esto es de gran relevancia ya que el estado de los drenajes de un alto

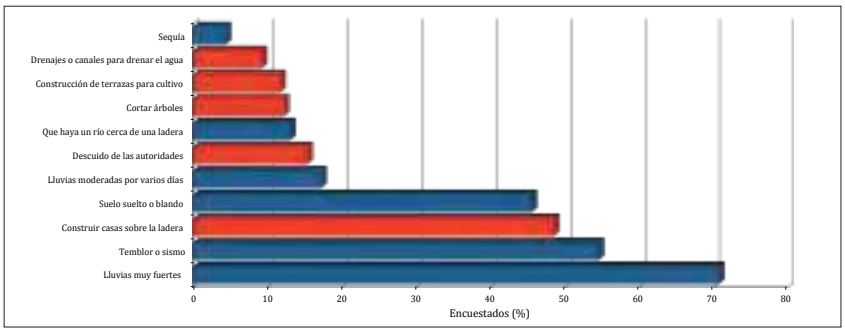


Figura 1. **Sensibilidad de los encuestados a las causas de los deslizamientos (causas de origen natural en azul y antropogénicas en rojo).**

porcentaje de las viviendas contribuye a la acumulación de humedad en las zonas con superficies cóncavas, lo cual las convierte en áreas potenciales de iniciación de deslizamientos, particularmente aquellas localizadas en suelos blandos. De manera adicional, sólo uno de cada dos entrevistados consideró de relevancia la existencia de suelo blando o suelto para la ocurrencia de deslizamientos.

Exposición

En el ámbito de la exposición a procesos de remoción en masa, la ubicación de las propiedades fue percibida como el factor más importante. Las casas construidas en el borde, al pie y en la parte superior de una ladera fueron consideradas como de alto grado de exposición por 74%, 69% y 64% de los entrevistados, así como también se percibieron como de grado moderado en un 16%, 19% y 25%, respectivamente. Las viviendas construidas en áreas previamente afectadas por deslizamientos fueron colocadas en cuarto lugar, el 62% y el 26% de los encuestados las consideraron de alto y moderado grado de exposición. Las casas situadas en el centro de la ciudad fueron consideradas las más seguras, con un 30% y un 47% del total de los encuestados, cuya percepción las consideró como en muy poco o poco grado correspondientemente (mapa III.4.4, Figura 2).

De manera específica, en todas las colonias se percibió que las viviendas que están muy cerca de una ladera tienen un elevado nivel de exposición. En San Andrés el porcentaje de entrevistados con esta percepción fue del 56%, en Aire Libre del 60%, en La Aurora 68%, 72% en Ayotzingo y Juárez-Ávila Camacho, 73% en Xoloco y 77% en el centro de Teziutlán.

Cabe señalar que por lo menos uno de cada dos habitantes considera que pueden ocurrir deslizamientos en lugares previamente afectados por los mismos. Las cifras correspondientes son 52% en La Aurora, 53% en San Andrés y Aire Libre, 61% en el centro, 64% en Ayotzingo, 67% en Xoloco y 73% en la Juárez-Ávila Camacho. Esto implica que de manera general la mitad de la población puede entender indirectamente que los deslizamientos son reactivación de movimientos antiguos.

En relación a la percepción de la exposición de los diferentes sectores de la sociedad poblana ante la ocurrencia de deslizamientos, los habitantes de las colonias Juárez-Ávila Camacho están conscientes de su exposición a la ocurrencia de deslizamientos; el 37% considera que está en un nivel alto, mientras que sólo el 10% se considera con muy bajo grado de exposición. Un patrón similar existe en La Aurora, con valores de 31% y 10% para los niveles antes señalados, respectivamente. En estas dos colonias también consideran que su familia está en alto grado de exposición, con valores de 33% y 26%. Casi una de cada dos personas de la colonia Juárez-Ávila Camacho piensa que todos los habitantes de la colonia están altamente expuestas, y el 34% percibe que hay personas expuestas en otras colonias. El 26% de los habitantes entrevistados en la colonia La Aurora consideran que toda la gente del municipio de Teziutlán está altamente expuesta a la ocurrencia de deslizamientos, y una de cada tres personas percibe que los habitantes de la entidad están expuestos a éste tipo de amenazas (mapa III.4.5, Tabla 1).

Preparación

En términos de preparación, la información recibida más frecuentemente por el 36% de los encuestados fue acerca de las rutas de evacuación en caso de emergencia. Si se suman las respuestas "a veces" y "frecuentemente", la ubicación de los refugios fue considerada la respuesta más común, con un 82%, seguida de información sobre la necesidad de tener un radio con pilas (81%), prácticas para proteger pertenencias durante una emergencia (79%) e información sobre rutas de emergencia (78%). De manera contrastante, los encuestados indicaron que nunca o raramente habían recibido información sobre cómo preparar alimentos y agua (27%), sobre la existencia de un sistema de alerta en caso de emergencia (26%) y sobre la identificación de áreas de riesgo que necesitan ser evacuadas (25%). Cabe destacar que el 25% de los entrevistados, es decir, uno de cada cuatro habitantes, señaló que nunca o pocas veces ha tenido información en cuanto a quién es el encargado de informar si se da una alerta de emergencia, mientras que tan sólo el 18% señaló que recibía dicha información con frecuencia; este porcentaje se concentra principal-

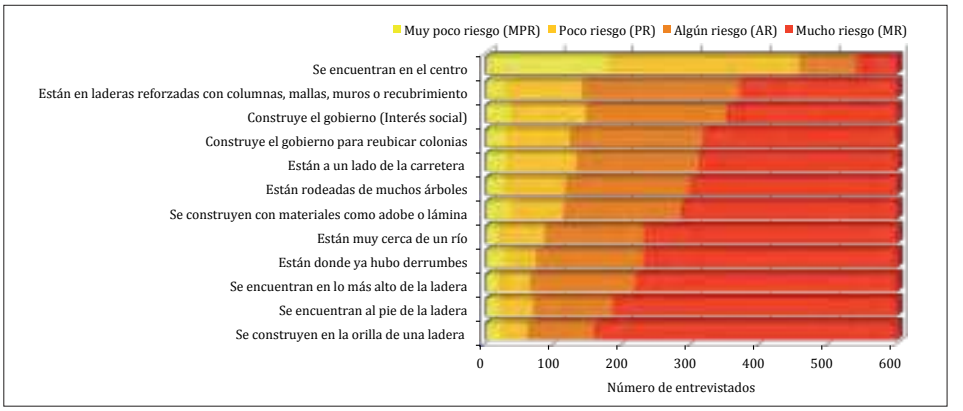


Figura 2. **Percepción de la población a la exposición ante deslizamientos con base en las características y la ubicación de las viviendas.**

Tabla 1. **Percepción del grado de exposición de las diferentes esferas sociales ante la ocurrencia de deslizamientos.**

Grado de exposición	Usted		Su familia		Personas en su colonia		Personas en otra colonia		La gente de Teziutlán		La gente de Puebla	
Colonia	Alto (%)	Muy bajo (%)	Alto (%)	Muy bajo (%)	Alto (%)	Muy bajo (%)	Alto (%)	Muy bajo (%)	Alto (%)	Muy bajo (%)	Alto (%)	Muy bajo (%)
Aire Libre	18	9	16	9	16	9	26	7	19	5	19	4
Ayotzingo	25	10	16	9	22	6	22	1	13	3	17	2
Centro de Teziutlán	11	33	2	30	9	26	21	8	15	5	12	8
Juárez-Ávila Camacho	37	10	33	10	44	7	34	0	21	0	18	4
La Aurora	31	10	26	5	31	2	31	2	26	5	33	5
San Andrés	18	13	8	18	19	10	19	7	13	3	21	3
Xoloco	13	14	10	14	13	4	17	3	17	4	14	10

mente en las colonias La Aurora, Juárez-Ávila Camacho y San Andrés (mapa III.4.6, Figura 3).

De acuerdo con la población encuestada, todas las siguientes medidas para proteger a la población fueron de suma importancia: (a) tener un sistema de alerta para las comunidades que se encuentren en riesgo; (b) planear con anticipación cuáles lugares servirán como albergue; (c) generar programas de salud para personas afectadas por desastres; (d) involucrar a los habitantes en programas de comunicación de riesgo por deslaves o derrumbes; (e) vigilar que la atención para damnificados sea igual para todos (equidad); (f) promover programas para que las comunidades se preparen para una situación de emergencia; (g) hacer simulacros de evacuación en zonas de riesgo; (h) Prohibir construcciones de viviendas en zona de riesgo; (i) informar de qué manera se pueden proteger los bienes en una emergencia; (j) tener un sistema que vigile si existe una ladera con probabilidad de derrumbe o deslave; y (k) reubicar a las personas que viven en zona de riesgo. Entre ellas cabe destacar que la implementación de un sistema de alerta para las comunidades en riesgo fue considerada como altamente necesaria por un 77% de los encuestados, mientras que la promoción de programas para la preparación de la comunidad en un 75%, y la puesta en marcha de programas de salud para las personas afectadas por desastres en un 72%. Para las colonias Aire Libre y San Andrés la acción que considera la mayoría de su población (91% y 96%, respectivamente) como muy necesaria es el establecimiento de programas para enfrentar emergencias, mientras que para el 95% de los encuestados del centro de Teziutlán es la prohibición de construcciones en zonas de riesgo. Para los habitantes de La Aurora las acciones prioritarias son la identificación de albergues y garantizar la atención de los damnificados (ambas acciones con 95%). Esta última también fue señalada como muy necesaria por 95% de los habitantes encuestados de Ayotzingo. El establecimiento de programas de salud es considerada como una acción comunitaria para la mayoría de los entrevistados de las colonias Juárez-Ávila Camacho y Xoloco (97% en ambos casos), en tanto que en segundo plano se identificó el establecimiento de programas para enfrentar emergencias (96%), y la identificación de albergues (96%), respectivamente (mapa III.4.7, Figura 4).

En el mapa III.4.8 y en la Figura 5, se puede observar que en relación a la responsabilidad de los actores involucrados debe de tener en caso de que ocurra un desastre asociado con deslizamientos, los entrevistados percibieron que todos ellos tienen una responsabilidad alta. El ejército mexicano tiene una alta responsabilidad (87%), seguido de su comunidad (83%) y la Cruz Roja (83%), Protección Civil (82%), el Gobierno del Estado (80%), los investigadores y científicos (80%), y las instituciones de salud (80%), la policía local (79%), el Gobierno Federal (78%), el Club de Leones (77%), y el Gobierno municipal (77%).

En las colonias Ayotzingo y en el centro, 47% y 39% de los encuestados, respectivamente, considera que el ejército mexicano es quien tiene el mayor grado de responsabilidad en caso de desastre por deslizamientos. En Aire Libre (47%), San Andrés (46%) y Juárez-Ávila Camacho (44%) esta misma figura se adjudica al Gobierno Municipal, mientras que en Xoloco a Protección Civil (47%), y en La Aurora (33%) a la Cruz Roja.

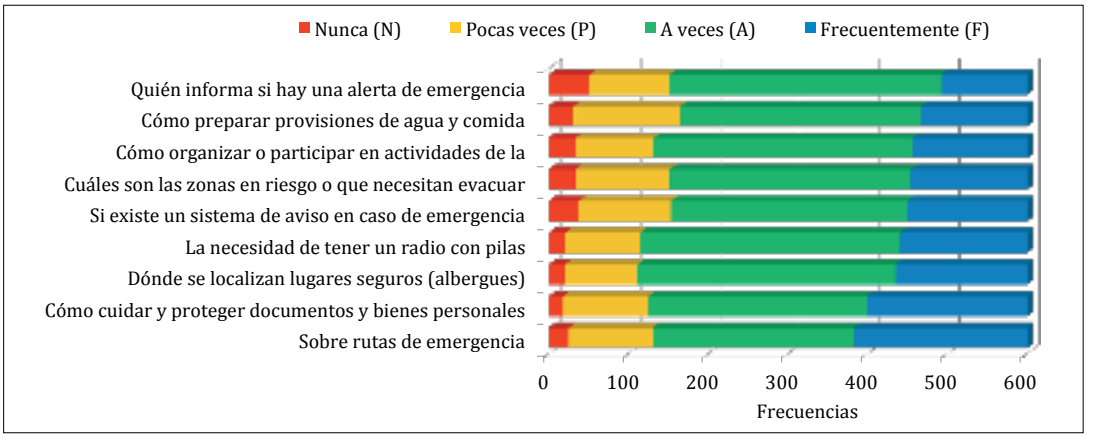


Figura 3. **Percepción de la preparación de la población con base en el acceso a la información.**

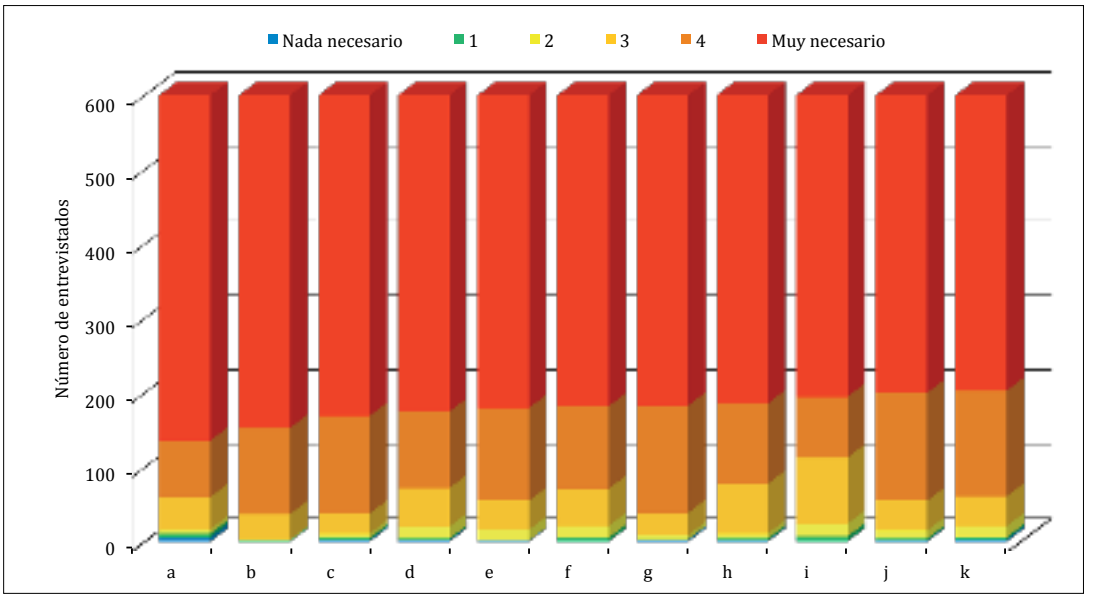


Figura 4. **Percepción de la población de la preparación en función de la priorización de acciones.**

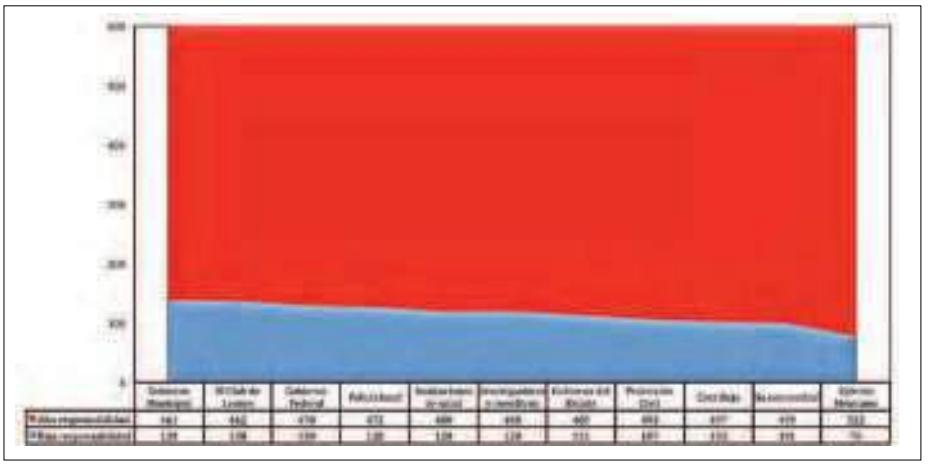


Figura 5. **Nivel de responsabilidad de los actores en caso de ocurrir un desastre asociado a deslizamientos de acuerdo a la percepción de los entrevistados.**

En términos del papel de los diferentes actores con base en su respuesta durante situaciones previas de desastre por deslizamientos, el 9% de los entrevistados considera que el Gobierno Municipal tuvo una mala actuación. La actuación del Ejército Mexicano fue percibida por una de cada tres personas como muy buena (29%). Alrededor del 50% de los encuestados considera que todos los actores tuvieron una buena actuación, mientras que entre el 18 y el 29% percibieron su respuesta al desastre como suficiente (mapa III.4.9 y Figura 6).

Para cinco de las siete colonias donde se aplicaron las entrevistas (excepto La Juárez y San Andrés), el porcentaje más alto de percepción de una mala respuesta durante un desastre se confiere al Gobierno Municipal. El 10% de los entrevistados de la colonia Juárez consideran que la respuesta de la Cruz Roja fue mala, mientras que el 6% otorgan esta misma calificación en la Colonia San Andrés a Protección Civil y al Gobierno Estatal. En las colonias Ayotzingo, Juárez-Ávila Camacho, La Aurora, San Andrés y Xoloco los entrevistados consideraron que el ejército nacional tuvo una muy buena respuesta. En Aire Libre dicha calificación se le otorgó a Protección Civil y al Club de Leones en el centro.

Finalmente, en relación con el grado de confianza que las personas otorgan a las diferentes fuentes que brindan información relativa a la ocurrencia de deslizamientos, el 8% nunca confiaría en el Gobierno Estatal, el 7% en personas de otras comunidades y el Gobierno Federal, y el 6% en la Cruz Roja. El 81% a veces o constantemente confiaría en el Gobierno Federal, 82% en el Gobierno del Estado, y el 86% en personas de otras comunidades. El 18% siempre confiaría en Protección Civil, el 17% en las Instituciones de salud, y el 22% en los investigadores y científicos (mapa III.4.10 y Tabla 2).

El 6% y el 10% de los entrevistados de las colonias Ayotzingo y Xoloco y San Andrés, respectivamente, nunca confiarían en el Juez de Barrio, mientras que el 12% de los encuestados de la colonia Juárez-Ávila Camacho y 16% en Aire Libre tienen esta misma per-

Tabla 2. **Grado de confianza para recibir información de los diferentes actores relacionada con la ocurrencia de desastres por deslizamientos.**

Actores involucrados	Nunca confiaría (%)	A veces o constantemente confiaría (%)	Siempre confiaría (%)
Gobierno Estatal	7.83	82.17	10.00
Gobierno Municipal	5.33	80.33	14.33
Gobierno Federal	6.83	81.17	12.00
Protección Civil	4.00	78.17	17.83
Policía local	3.00	80.67	16.33
Instituciones de salud	5.83	76.83	17.33
Cruz Roja	6.33	73.00	20.67
Juez de Barrio	8.00	78.33	13.67
Club de Leones	5.67	80.00	14.33
Personas de otras comunidades	7.33	86.33	6.33
Investigadores y científicos	3.83	74.50	21.67

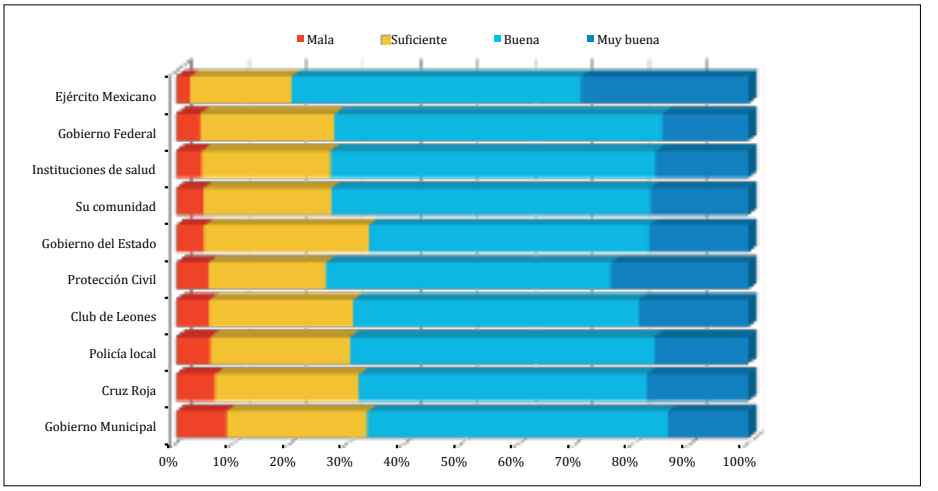


Figura 6. **Papel que han desempeñado los actores después de la ocurrencia de un desastre asociado a deslizamientos de acuerdo a la percepción de los entrevistados.**

cepción en relación con las personas de otras colonias. La ausencia de confianza para las autoridades a nivel estatal se registró en las colonias San Andrés y en el centro de Teziutlán, con 10% y 12%, respectivamente. El 14% de los encuestados en la Aurora nunca confiaría en el Gobierno Federal.

En cinco de las siete colonias encuestadas el mayor porcentaje positivo de confianza fue para la Cruz Roja: 35% en San Andrés, 33% en Aire Libre, 24% en La Aurora, 21% en el centro, y 14% en la Juárez-Ávila Camacho. En esta última también el 14% fue referido a Protección Civil y a los investigadores y científicos. El 21% de los entrevistados de Ayotzingo consideró que siempre tendría confianza a Protección Civil, en tanto que la misma cifra fue otorgada a los investigadores y científicos por los entrevistados de Xoloco.

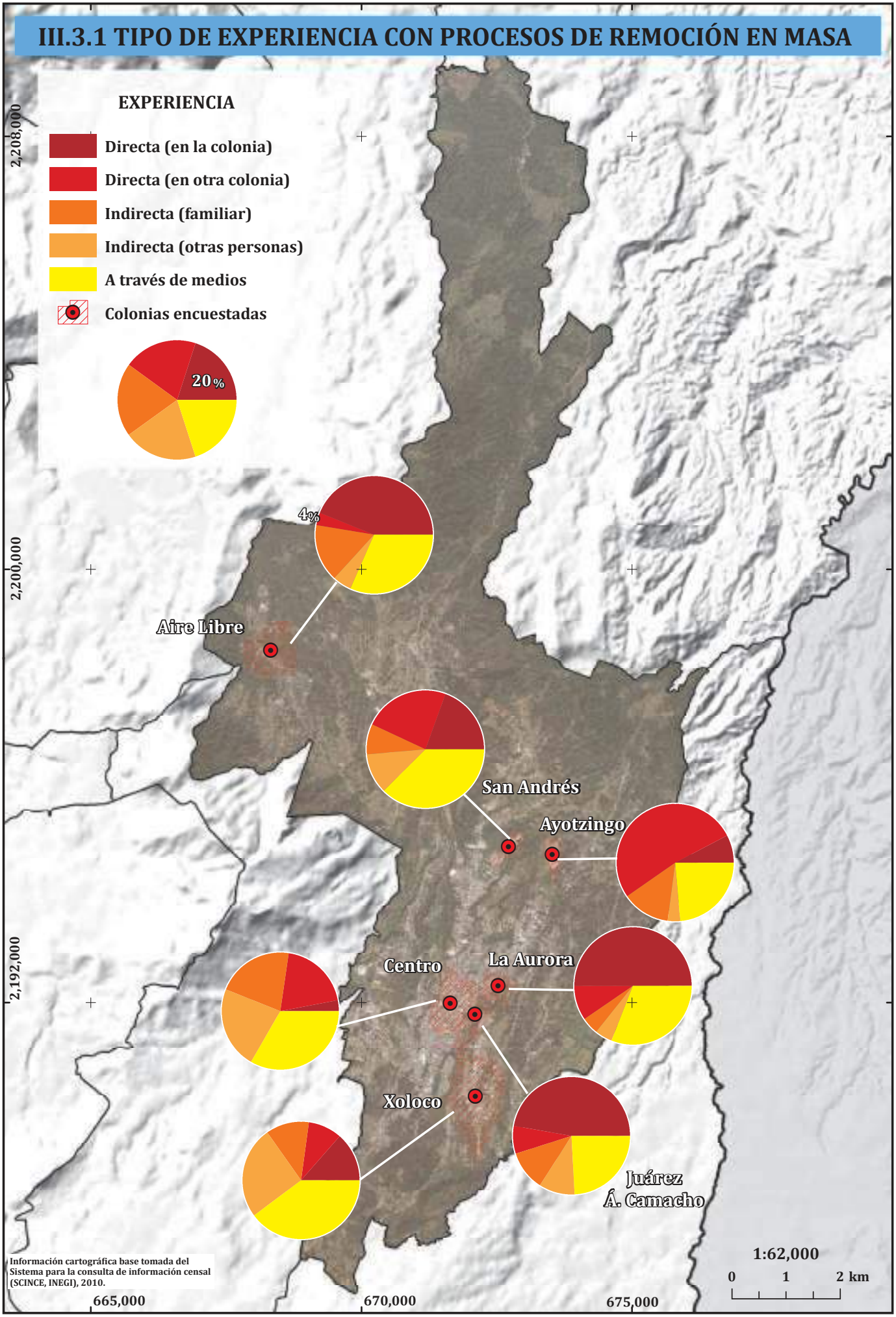
FUENTES:

Alcántara-Ayala I., Moreno, A. R. (2016) Landslide risk perception and communication for Disaster Risk Management in mountain areas of developing countries: a Mexican foretaste, *Journal of Mountain Science*, 13, 12:2079-2093.

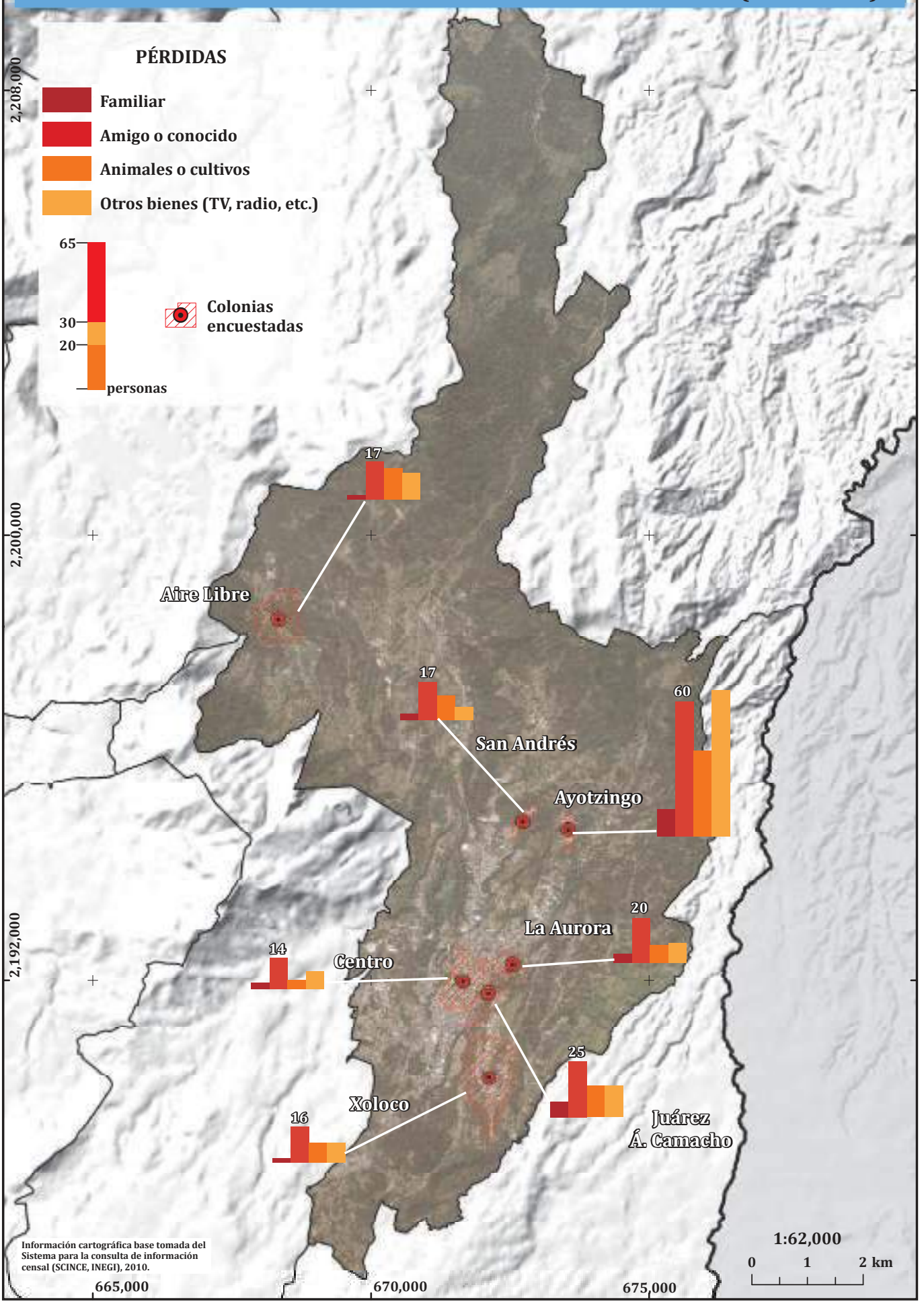
Hernández-Moreno, G., Alcántara-Ayala I. (2017) Landslide risk perception in Mexico: a research gate into public awareness and knowledge, *Landslides*, 14, 1:351-371.

Landeros-Mugica, K., Urbina-Soria, J., Alcántara-Ayala, I. (2016) The good, the bad and the ugly: on the interactions among experience, exposure and commitment with reference to landslide risk perception in México, *Natural Hazards*, 80:1515-1537.

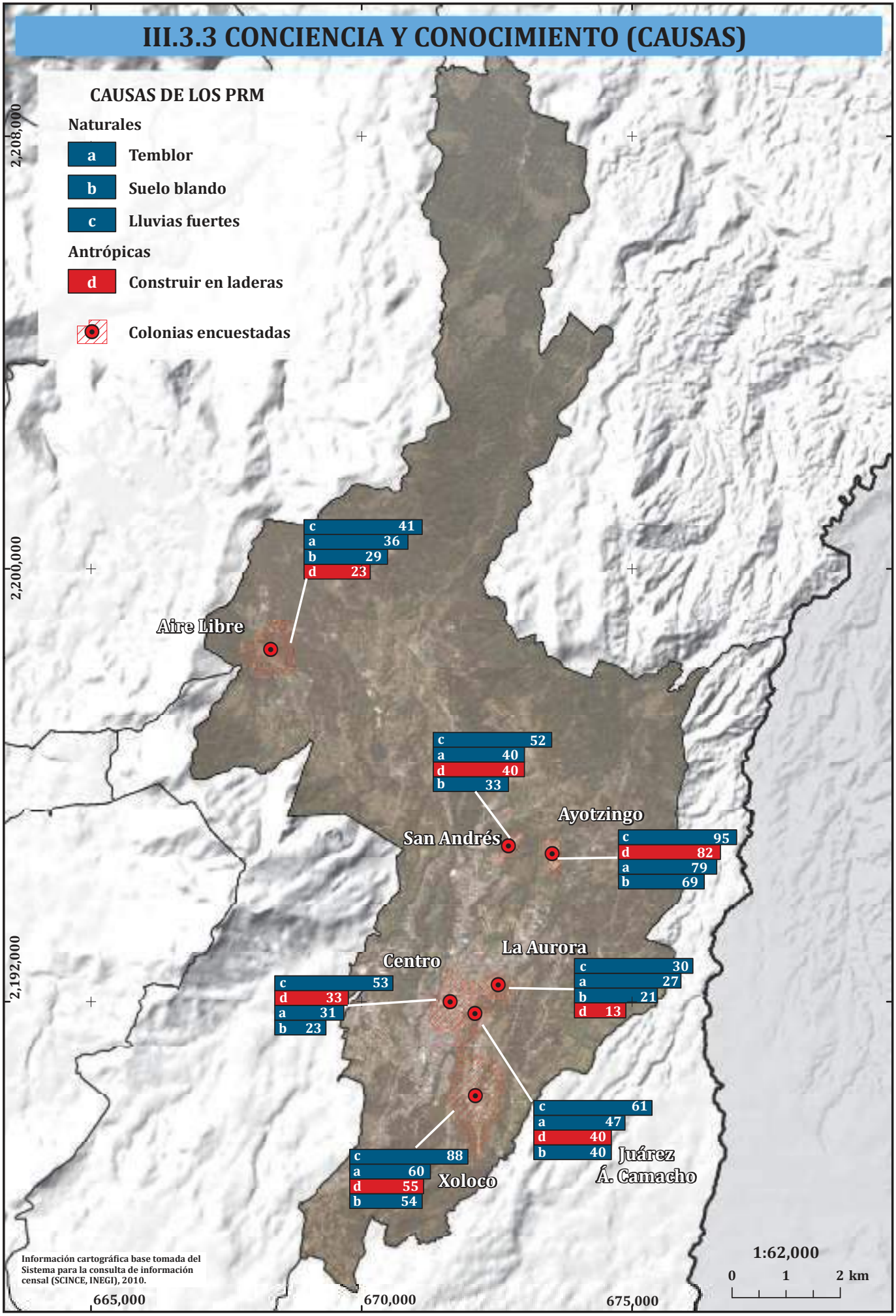
III.3.1 TIPO DE EXPERIENCIA CON PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA



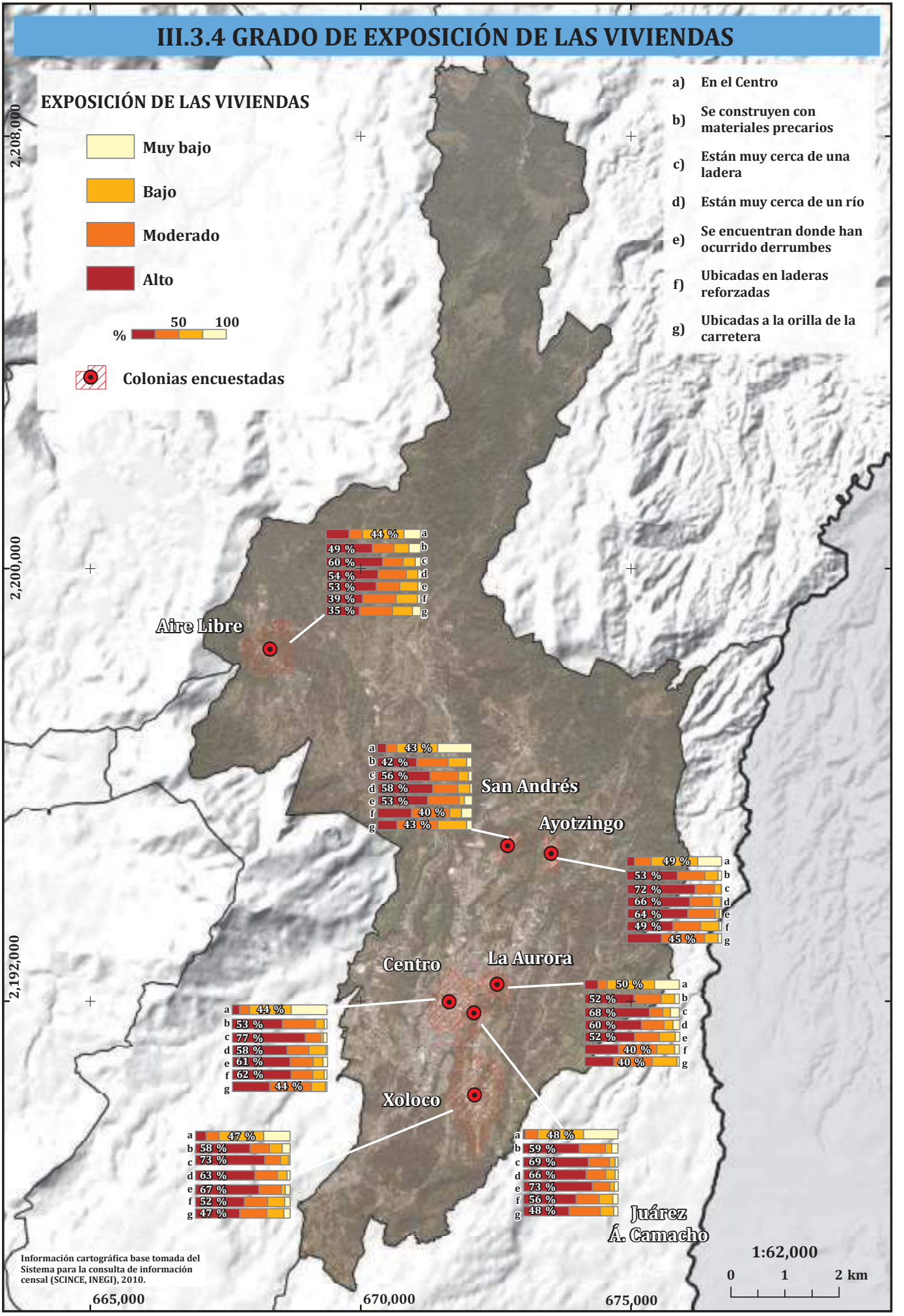
III.3.2 EXPERIENCIA CON PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA (PÉRDIDAS)



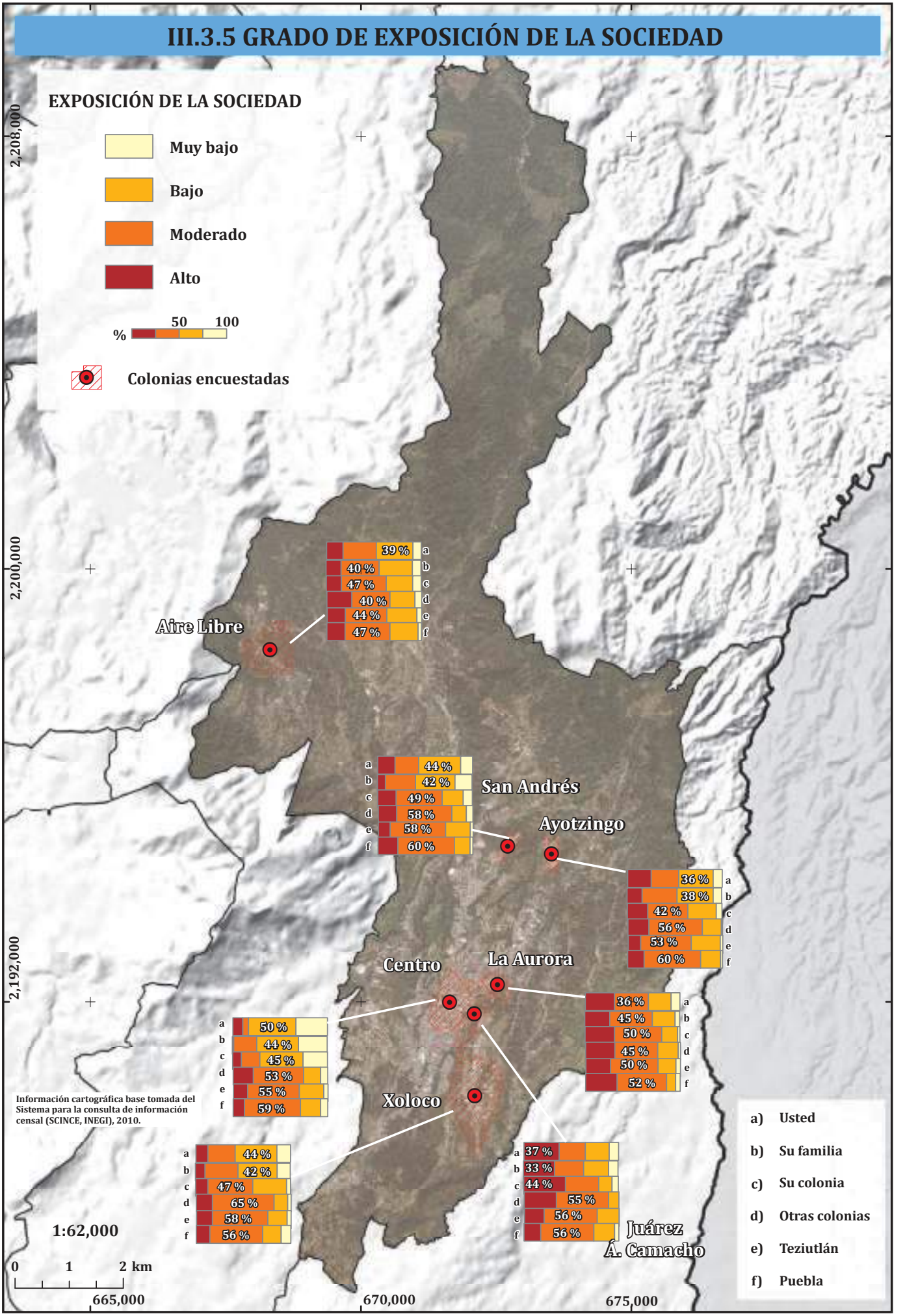
III.3.3 CONCIENCIA Y CONOCIMIENTO (CAUSAS)



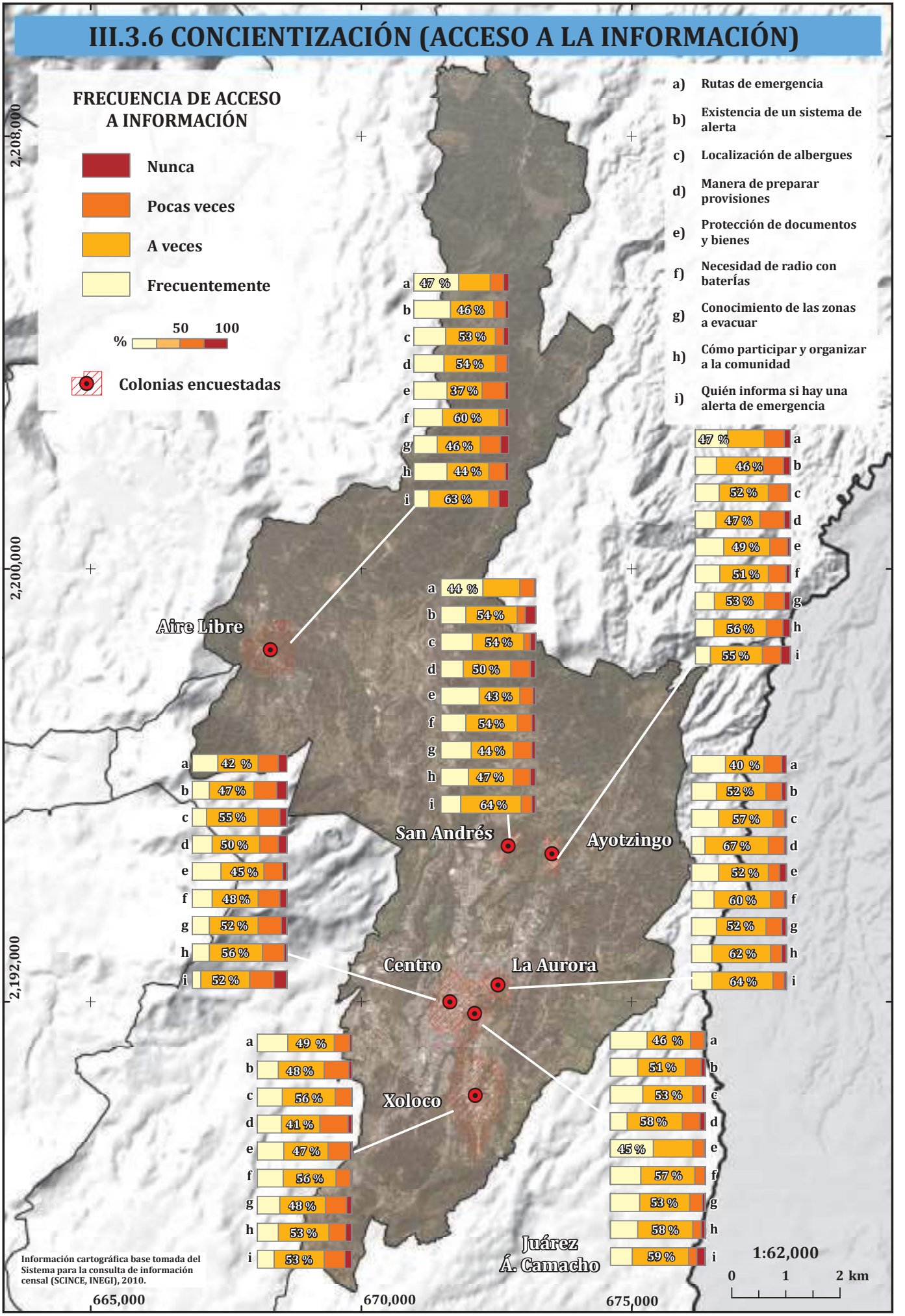
III.3.4 GRADO DE EXPOSICIÓN DE LAS VIVIENDAS



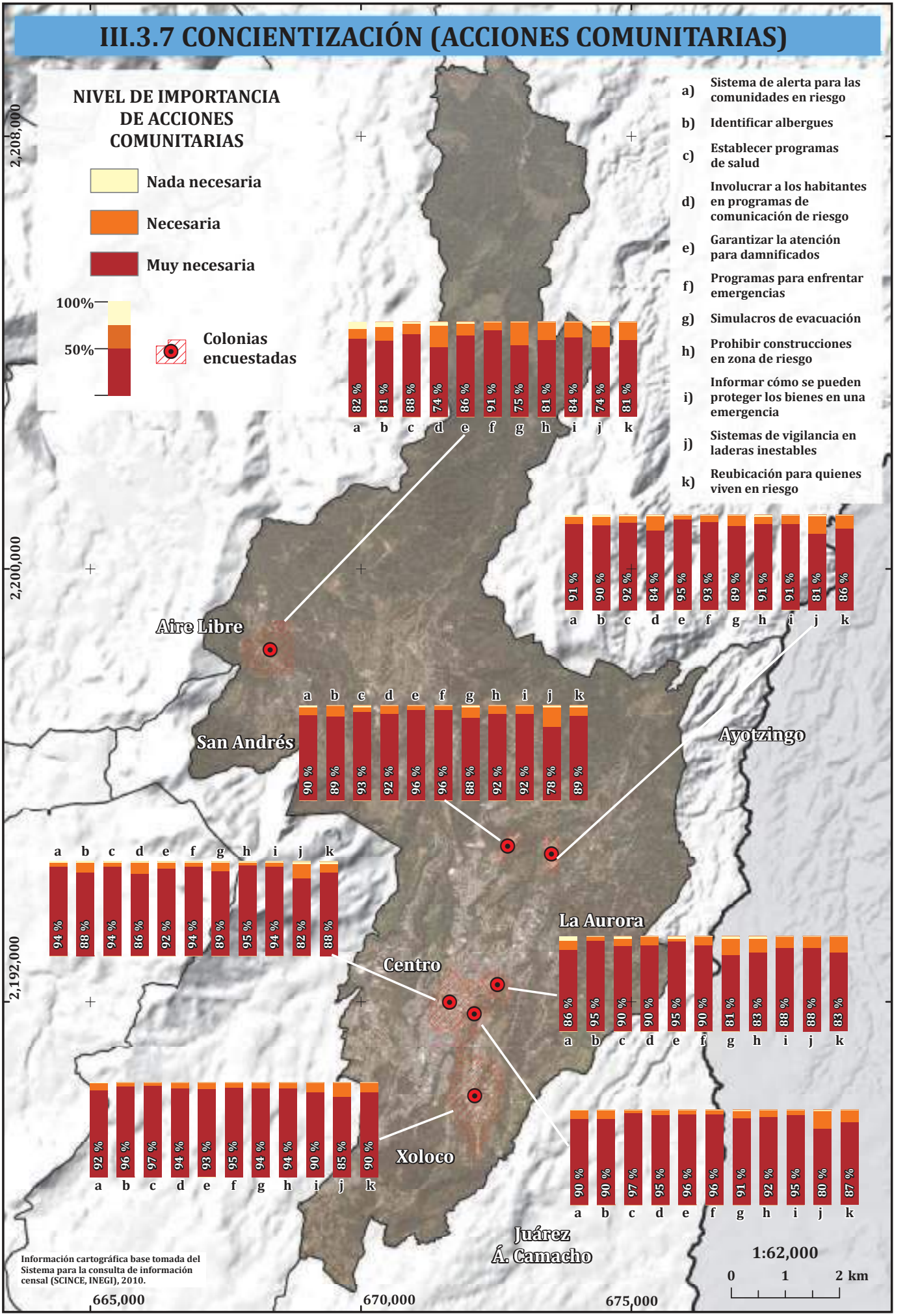
III.3.5 GRADO DE EXPOSICIÓN DE LA SOCIEDAD



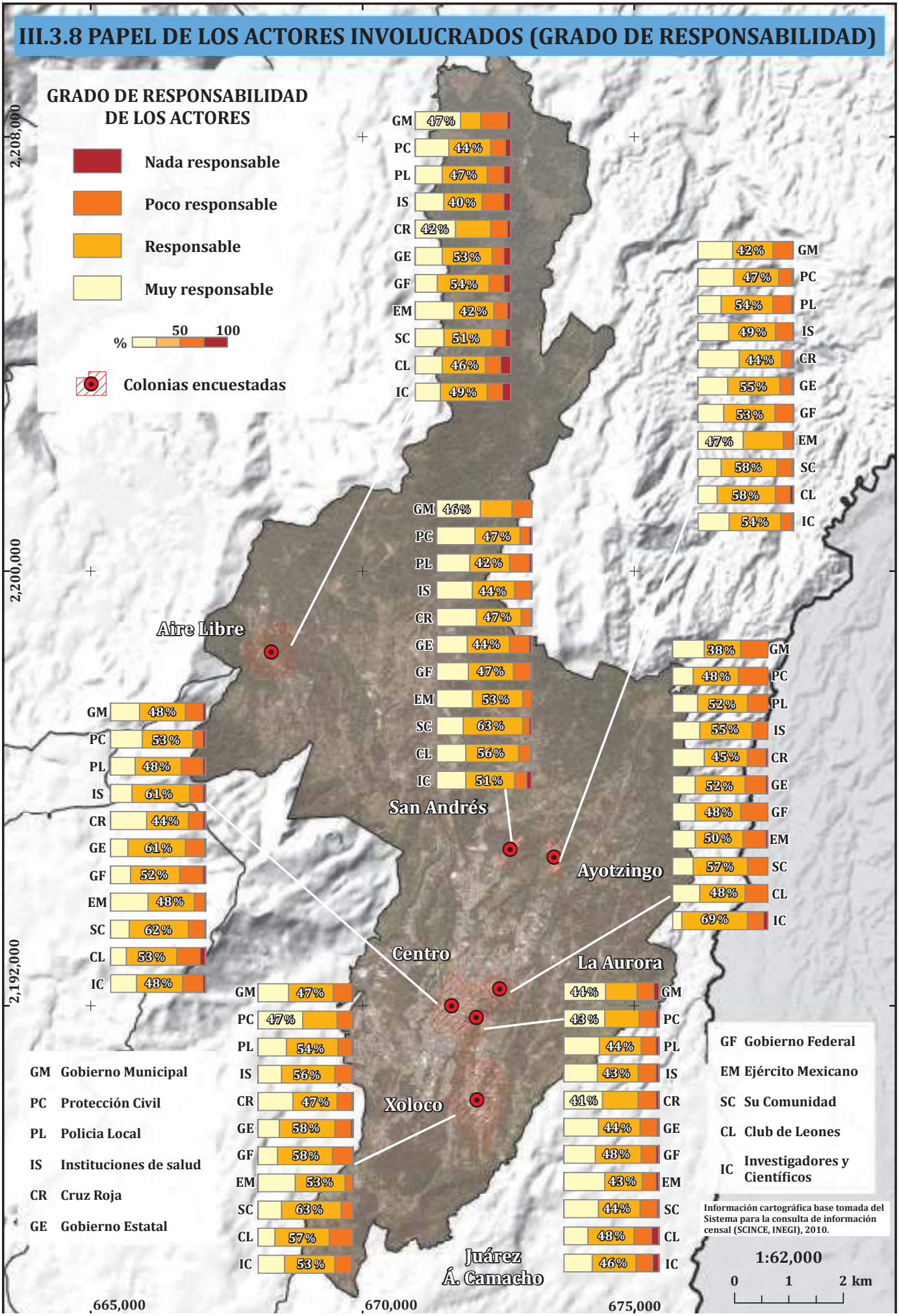
III.3.6 CONCIENTIZACIÓN (ACCESO A LA INFORMACIÓN)



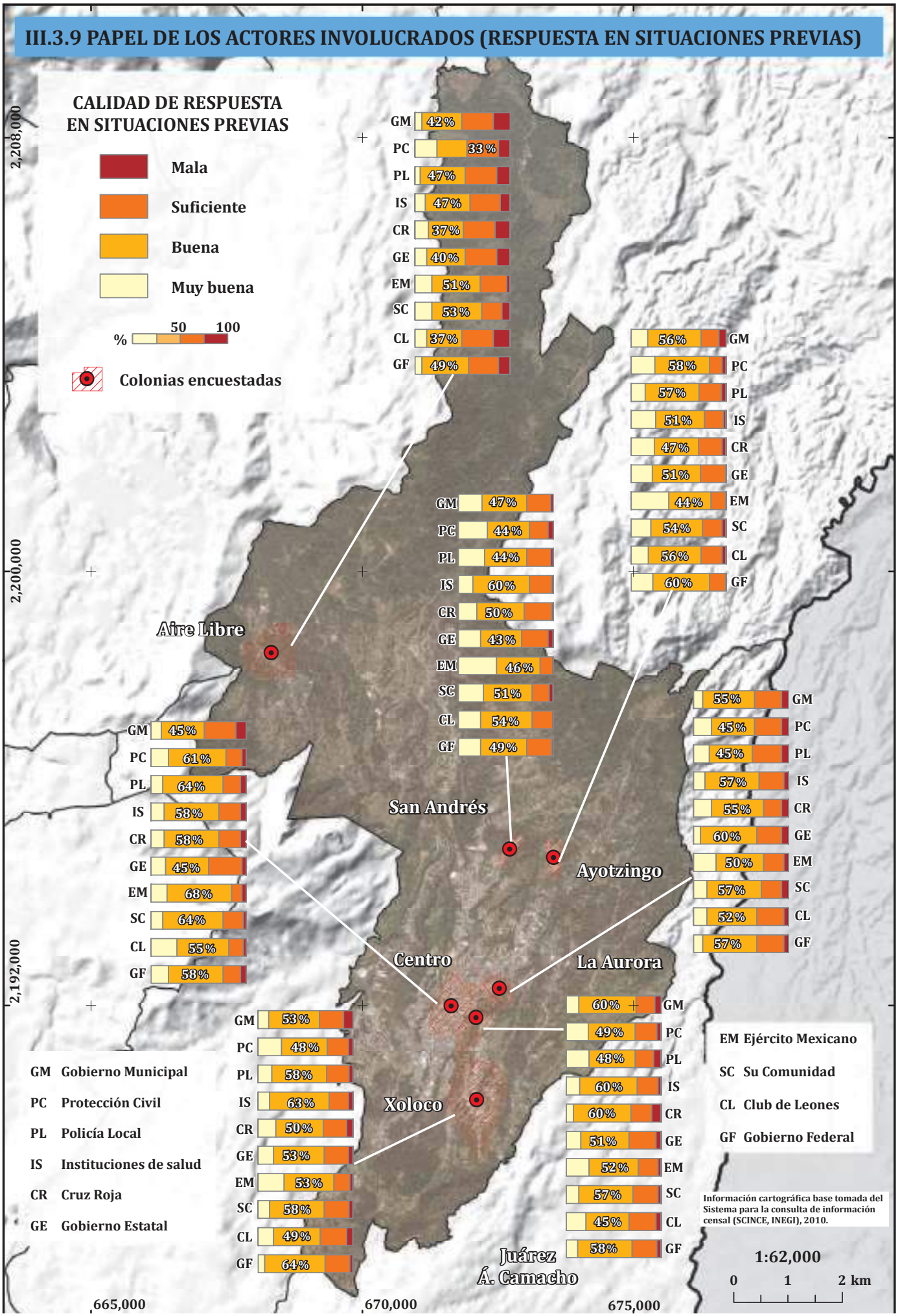
III.3.7 CONCIENTIZACIÓN (ACCIONES COMUNITARIAS)



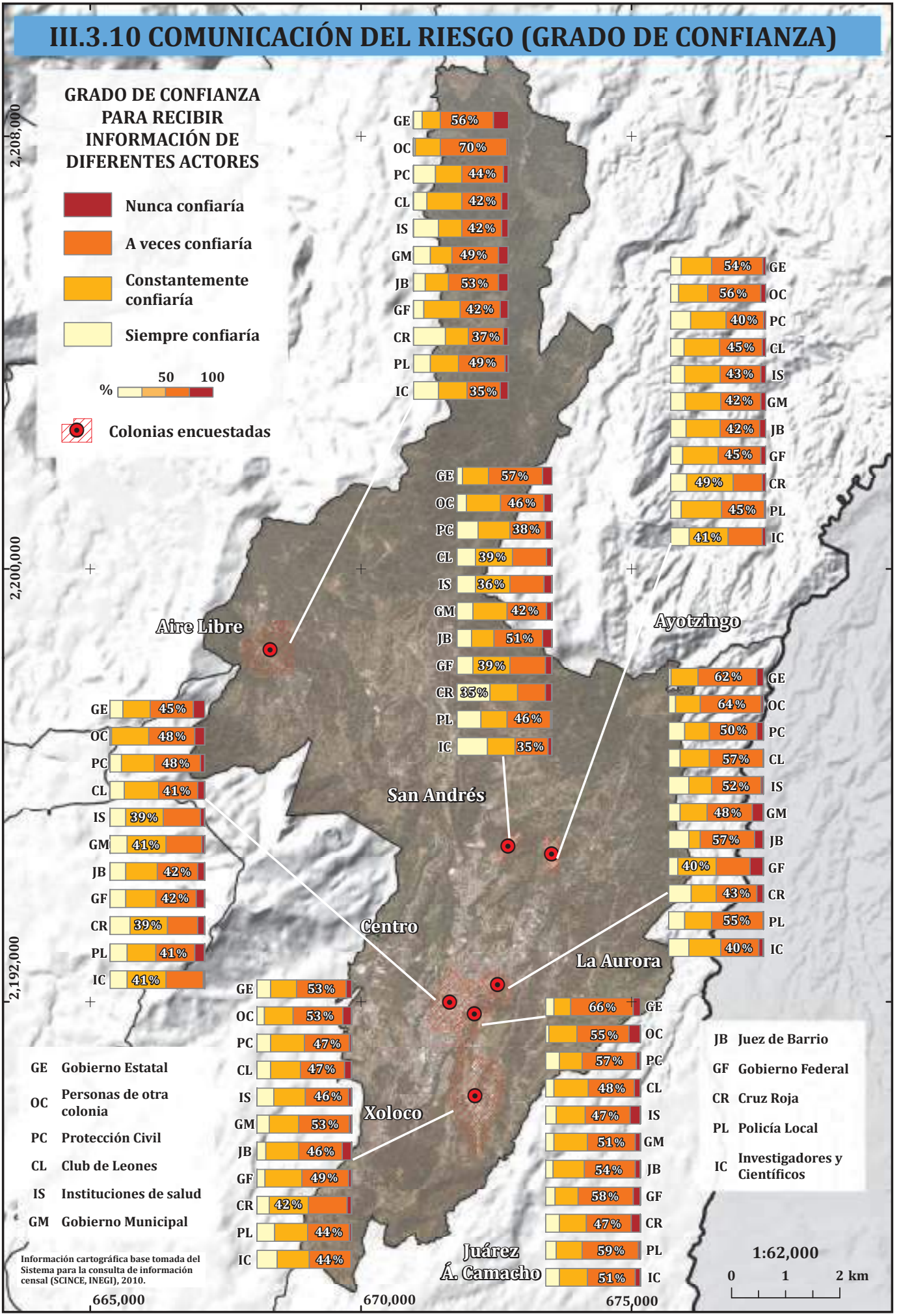
III.3.8 PAPEL DE LOS ACTORES INVOLUCRADOS (GRADO DE RESPONSABILIDAD)



III.3.9 PAPEL DE LOS ACTORES INVOLUCRADOS (RESPUESTA EN SITUACIONES PREVIAS)



III.3.10 COMUNICACIÓN DEL RIESGO (GRADO DE CONFIANZA)



IV.
Espacio urbano de Teziutlán, Puebla (mapas 1:30,000)

IV.4a Factores condicionantes de la susceptibilidad a PRM

Silvia Ramos Hernández, Franny G. Murillo García, Ricardo J. Garnica Peña, Iris Cossío Pérez, María de los Ángeles Hernández Moreno, Yordan E. Ruiz Meneses e Irasema Alcántara Ayala

En el mapa IV.1.1 se aprecia a mayor detalle el área urbana correspondiente a la cabecera municipal y su periferia. Las curvas de nivel ordinarias y maestras en el mapa mantienen una equidistancia de veinte metros y de cien metros respectivamente. Las curvas de nivel combinadas con el modelo sombreado creado a partir del modelo digital de elevación del INEGI (Continuo de Elevaciones Mexicano V3), permiten observar que las principales elevaciones cercanas a la zona urbana son el cerro Chignautla al Oeste (2,500 msnm), al Sur el cerro Tesivio (2,280 msnm) y al Norte los cerros La Bandera (1,900 msnm) y Colihui (1,900 msnm). La mayor parte de la zona urbana de la cabecera municipal se asienta sobre las partes altas y planas de la rampa de piroclastos que a su vez está cortada por las corrientes que descienden de las partes altas al sur del municipio. En el fondo de los valles de estas corrientes, las altitudes descienden hasta 1600 msnm mientras que la cabecera municipal se localiza a una altitud promedio de 1900 msnm.

Los caminos y carreteras en la zona se han construido adaptándose a la topografía del lugar. A este respecto destaca: la autopista estatal 129D que conecta a Teziutlán desde el sur con Oriental y con las autopistas que van a la ciudad de Puebla, Veracruz y la Ciudad de México así como la carretera federal 129 Amozoc-Teziutlán.

En el área urbana de Teziutlán predominan los valores bajos de inclinación en las laderas. Como se mencionó antes el municipio de Teziutlán se encuentra sobre una rampa de piroclastos que desciende en su altura de sur a norte. Sin embargo, hay presencia de laderas con inclinación mayor a 18° particularmente en los valles que circulan de forma paralela a ambos lados de la zona urbana (mapa IV.1.2). Estos valles se caracterizan por desarrollarse en zonas de debilidad y con predominio de materiales como la pómez o la ignimbrita que se encuentran sobre flujos de lava, ya sea andesíticos o basálticos.

Aquellos escurrimientos que ya alcanzaron el nivel de base han dejado de erosionar de forma vertical para pasar a una fase horizontal lo que de alguna manera puede ser un factor que desestabilice a las laderas debido a su composición de materiales susceptibles a caer o deslizarse. Ejemplos de esta situación se pueden observar en las colonias Manuel A. Camacho y Juárez de la zona urbana de Teziutlán, donde los flujos de lava ya pueden verse en la porción más baja del valle. En el caso de este valle, este se ensancha a la altura de la colonia La Aurora donde las pendientes fuertes se presentan en la ladera que se deslizó en el año de 1999 así como en las que componen a la zona de El Calvario.

Otra zona importante es la que compone al valle que desciende y pasa por el Barrio de Francia, casi frente a la minera Autlán. Esta zona es susceptible a deslizamientos de tierra (como pudo comprobarse con el deslizamiento ocurrido en octubre del año 2016 en la colonia El Fortín, ubicada en la porción oriental de este valle). Más adelante, este valle recorre las colonias La Gloria y Siete Sabios, sitios en los que hubo daños en el año 1999 producto de las lluvias asociadas al frente frío y a la depresión tropical No. 11. Esta zona ha sufrido modificaciones como resultado de la construcción del Circuito Bicentenario, lo que podría traer como consecuencia la recurrencia de los procesos de remoción en masa en la zona.

La unidad más antigua apreciable en el mapa IV.1.3 de la zona urbana del municipio es el esquisto Chililis (280 millones de años de edad (Ma.)) (Salinas-Rodríguez y Castillo-Reynoso 2011). De acuerdo a Salinas-Rodríguez y Castillo-Reynoso (2011) se trata de un esquisto que originalmente estaba conformado por lavas andesíticas que se metamorfizaron (Figura 1). El esquisto Chililis tuvo su origen en una cuenca sepultada rellena de sedimentos finos que sufrió un proceso de metamorfización durante el periodo Pérmico inferior. Al final del Paleozoico una serie de plegamientos, levantamientos y erosión debidos a la orogenia Apalachiana, afectaron al esquisto (Salinas-Rodríguez y Castillo-Reynoso 2011).

Figura 1. **Escarpe de un deslizamiento ocurrido en la localidad de Aire Libre en el que se aprecia el esquisto de la formación Chililis. En este punto la roca presentaba un alto grado de intermperización y contenido de agua.**

En la región el esquisto Chililis está cubierto por unidades de rocas sedimentarias. En el territorio del municipio de Teziutlán, es visible la formación Cahuasas (170 Ma.) conformada por limolita (JbjbLm) y conglomerados polimicticos (tipo de roca conformada por rocas de diferentes tamaños inmersas en una matriz de partículas más finas, clave en el mapa JbjbCgp), además de algunos horizontes de rocas de tipo arenisca (Salinas-Rodríguez y Castillo-Reynoso 2011). Durante el Jurásico Medio, un ambiente continental asociado con vulcanismo dio lugar al depósito de los lechos rojos de la formación Cahuasas. La orogenia Laramide plegó y falló la formación Cahuasas y otras formaciones sedimentarias que no son visibles en el municipio, pero que están presentes en la región de la Sierra Norte de Puebla (formaciones Tepexic, Santiago, Tamán, Pimienta y Tamaulipas Inferior y Superior) (Salinas-Rodríguez y Castillo-Reynoso 2011). Las rocas del tipo limolitas y conglomerados de la formación Cahuasas son apreciables en las laderas del cerro Chignautla al oeste del municipio (Figura 2).

Las unidades metamórficas y sedimentarias descritas anteriormente están cubiertas por los depósitos de materiales volcánicos de la Caldera de Los Humeros, cuya actividad comenzó aproximadamente hace 5.1 Ma. (Salinas-Rodríguez y Castillo-Reynoso 2011). Las rocas ígneas de mayor antigüedad en el municipio corresponden a la formación Teziutlán (TplA-TA) (1.5 Ma., Plioceno), conformada por flujos de lava de andesita y andesita basáltica (Ferriz y Mahood 1984). Esta formación es apreciable principalmente al Noreste del mapa (Figura 3). La siguiente etapa eruptiva de la Caldera de Los Humeros que modificó el relieve existente en el actual territorio del municipio, fue justamente la que ocasionó el colapso de la caldera y cuyos depósitos están clasificados como la Ignimbrita de Xaltipan (Qptlg-TR). Hace 470 mil años una erupción de grado 7 en el Índice de Explosividad Volcánica expulsó 115 km^3 de material a lo largo de 3,500 km^2 (Ferriz and Mahood 1984) que cubrió la secuencia sedimentaria y metamórfica de las formaciones Chililis y Cahuasas, además de gran parte de la andesita de la formación Teziutlán. Casi toda la ignimbrita se presenta poco consolidada y deleznable (Figura 4). Al sur del mapa se puede encontrar otro tipo de roca volcánica: toba riolítica consolidada (Figura 5). Los depósitos de la Ignimbrita Xaltipan cubren gran parte del centro norte y sur del municipio y específicamente los depósitos pue-

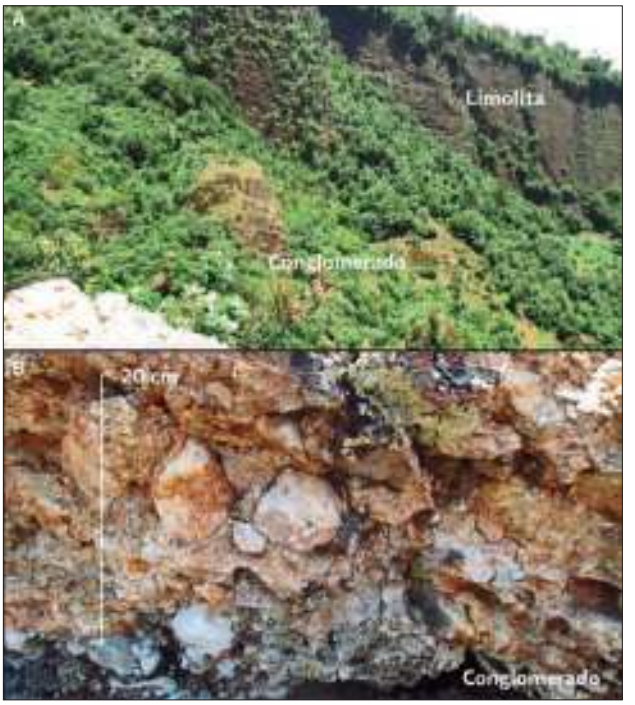


Figura 2. **A, Rocas de conglomerado y limolitas, ambas de la formación Cahuasas en la ladera norte del cerro Chignautla. B, detalle del aspecto de la textura del conglomerado polímictico de la formación Cahuasas.**

Figura 4. **A, barranco cuyas laderas están conformadas por depósitos piroclásticos de la Ignimbrita de Xaltipan y en donde es apreciable su gran espesor (punto al sur de Acateno). B, la ignimbrita presenta poca consolidación y es susceptible a la erosión. C y D, detalles de la apariencia de la ignimbrita en donde se aprecia su característico color gris oscuro y su alto contenido de pómez.**

Figura 3. **A, corte de carretera al oeste de la cabecera municipal donde es apreciable el flujo de lava de andesita basáltica de la formación Teziutlán. B, detalle de la roca en el mismo punto.**

Figura 5. **Detalle del aspecto de la toba riolítica consolidada que aflora al sur del municipio.**

den ser clasificados como un flujo piroclástico de pómez. En algunos lugares cercanos a la localidad de San Sebastián o Acateno, el espesor del depósito de flujo de pómez supera los 40 m (Figura 4).

Posteriormente, otras erupciones se presentaron en la Caldera de Los Humeros: ignimbrita de Zaragoza, caída de pómez miembro Xoxoctic, las facies ricas en líticos de Tilca y los depósitos de pómez del miembro Cuicuiltic (Dávila-Harris y Carrasco-Núñez 2014). Los materiales de caída de estas erupciones cubrieron la ignimbrita de Xaltipan con una intercalación de depósitos de ceniza, lapilli, pómez y paleosuelos (QptAs-Pu) (Figura 6). Los paleosuelos son suelos que fueron cubiertos, en este caso, por depósitos volcánicos lo que detuvo su desarrollo. En la cartografía que se muestra en esta publicación, esta intercalación se agrupa con la nomenclatura de "depósitos de caída". Estos depósitos y paleosuelos, se localizan principalmente en la parte superior de la rampa de piroclastos formada por la ignimbrita de Xaltipan y en el mapa aparecen representados en color gris claro.

Finalmente, hace veinte mil años terminó la actividad en la Caldera de Los Humeros con la erupción del volcán San Antonio (Ferriz and Mahood 1984) que expulsó los flujos de lava de basalto-olivino que destacan en la porción sur-centro del mapa (QptB) (Figura 7). Además, las unidades más jóvenes corresponden a los depósitos alu-

viales y coluviales al centro-este del municipio. No se puede descartar que los coluviones identificados puedan estar relacionados con procesos de remoción en masa de considerable volumen (Figura 8).

Para poder entender la inestabilidad de las laderas es muy importante considerar las características del suelo, ya que la mayor parte de los procesos de remoción en masa identificados en el municipio de Teziutlán son deslizamientos superficiales, es decir, que ocurren en los materiales que se encuentran en la superficie del terreno –como el suelo– a profundidades no mayores de 30 metros.

El suelo es aquella delgada capa, de pocos centímetros hasta algunos metros de espesor, de material terroso, no consolidado, que se forma en la interfase atmósfera-biosfera-litosfera. En ella interactúan elementos de la atmósfera e hidrosfera (aire, agua, temperatura, viento, etc.), de la litosfera (rocas, sedimentos) y de la biosfera y se realizan intercambios de materiales y energía entre lo inerte y lo vivo, produciéndose una enorme complejidad. Sin embargo, en las últimas décadas este recurso natural ha sufrido grandes impactos, debido al intenso proceso erosivo, producto del cambio de uso del suelo para dedicarlo a las actividades productivas, principalmente la agricultura y ganadería (Jaramillo *et al*., 1994 y Ramos, 2013). Se caracterizan por tener horizontes o capas diferenciales, resultado de las adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia a través del tiempo, y cuyo espesor puede ir desde la superficie hasta varios metros de profundidad. Para el propósito productivo y para los ciclos biogeoquímicos que la caracterizan, el horizonte superior, donde se encuentra la materia orgánica, es el más importante para la nutrición vegetal, sin embargo, es el que más se pierde por la erosión (Ramos, 2013; Sposito, 1989).

La forma en que se inician los estudios de suelos, es a través del análisis en campo de los perfiles de suelos, los cuales muestran en una exposición vertical, los horizontes o capas que han sido formadas durante largos procesos de tiempo hasta alcanzar la roca que le dio origen, dando lugar a suelos someros, o profundos, según el clima, la vegetación, la pendiente, el material parental o la roca de origen. Estos procesos son muy largos, entre cientos a miles de años, por lo que en la actualidad se considera al suelo un recurso natural no renovable, pues una vez que se pierde, no hay posibilidad de renovarla en el corto plazo. 10 cm de suelos pueden tardar en ser formados entre 700 y 7000 años.

Los suelos, están formados por uno, dos o más horizontes según sea su desarrollo. El perfil del suelo se puede observar en un pozo recién cavado, a lo largo del talud de una carretera en construcción o en muchos otros lugares. Cada horizonte se caracteriza por tener diferentes propiedades como color, textura, estructura, espesor y composición (tipo de minerales y elementos químicos presentes), además de su consistencia y reacción. Todas estas propiedades son utilizadas para definir los tipos de horizontes, de los cuales se han identificado a la fecha seis, simbolizados con las letras mayúsculas O, A, E, B, C y R (Arias 2001; Buol et al. 2004; Jaramillo 2002; Ramos 2013).

Para efectos prácticos se puede considerar que el suelo es el grupo de horizontes hasta donde llega la actividad biológica de raíces de plantas, insectos, lombrices etc. La zona inferior inmediata se define como subsuelo, y puede corresponder o no al material parental, o al lecho rocoso u otro tipo de horizonte (Núñez, 2000; Ramos, 2013).

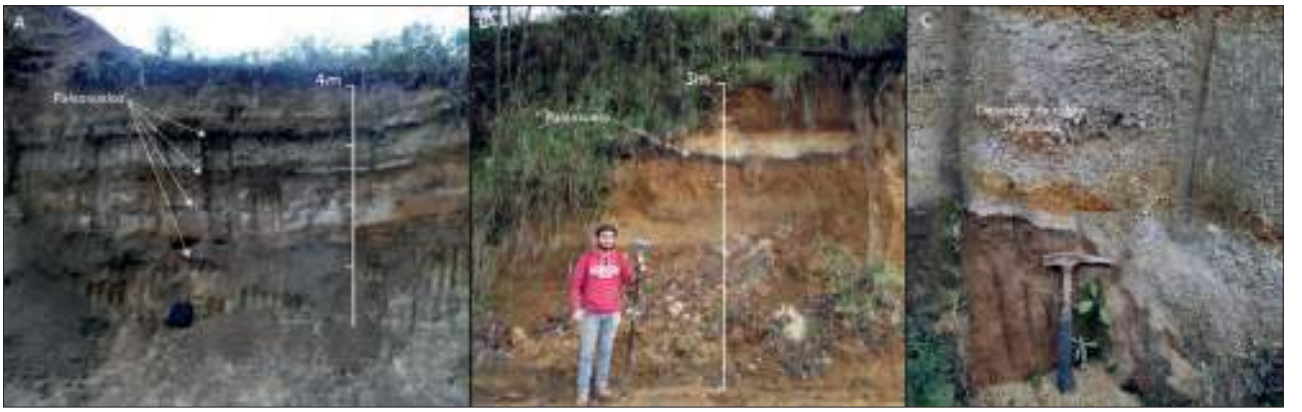


Figura 6. **A, secuencia de paleosuelos y depósitos volcánicos de caída cerca del barrio de Xoloco en Teziutlán. B, otra secuencia de paleosuelos y depósitos volcánicos de caída cerca del punto A que demuestra como en pocos metros la secuencia cambia en espesores, incluso algunos horizontes no son apreciables o no están presentes. C, paleosuelo cubierto por un depósito de caída de pómez cerca de Huehuemico.**

Figura 7. **Aspecto de los basaltos al centro-sur del municipio y en donde se aprecia el poco espesor del suelo que se ha desarrollado a partir de estos.**

Figura 8. **Depósitos coluviales, probablemente relacionados con procesos de remoción en masa, cubriendo a la Ignimbrita Teziutlán.**

En el Municipio de Teziutlán el grupo más representativo de suelos, lo constituyen los Andosoles, suelos derivados de rocas volcánicas de edades pliocénicas y cuaternarias, constituidos por rocas y materiales piroclásticos de composición basáltica, andesíticas, dacítica, riolítica y tobas ignimbritas, cuya fuente principal está asociada a la Caldera de Los Humeros y al Eje Volcánico, los cuales sobreyacen tanto a rocas volcánicas terciarias, como a rocas sedimentarias y metamórficas.

Los Andosoles, son suelos que derivan de los materiales volcánicos, bajo la influencia de los agentes dinámicos de intemperismo y desintegración, de los cuales la temperatura, la humedad y la vegetación son determinantes en la descomposición de los minerales que integran las rocas subyacentes, dan origen a suelos órgano-minerales ricos, los cuales poseen excelente estructura, son altamente porosos, de baja densidad aparente, limosos, franco-arcillosos y limosos. Son de alta fertilidad, suelos ampliamente utilizados en actividades agrícolas y pecuarias, con excelentes rendimientos agrícolas, cuyas limitaciones son la alta capacidad de fijación de fósforo, y la fuerte propensión a la erosión cuando se encuentran en terrenos en uso agropecuario con pendientes superiores al 10%, por lo cual son fundamentales las prácticas de manejo y conservación de suelos (Alvarado *et al*., 2001; Ramos y Flores, 2008).

El término Andosol deriva de los vocablos japoneses "an" que significa negro y "do" que significa suelo, haciendo alusión a su carácter de suelos obscuros por la formación de complejos órgano-minerales de suelos volcánicos, siendo ampliamente utilizados en la agricultura en prácticamente todas las regiones volcánicas (Alvarado *et al*., 2001; Ramos y Flores, 2008). Estos suelos, tienen como material original o parental, cenizas volcánicas, pero también pueden aparecer sobre tobas, pumitas, lapillis y otros productos de volcánicos. Se encuentran fundamentalmente en regiones húmedas, templadas, tropicales y subtropicales, bajo un amplio rango de formaciones vegetales y en zonas con diversa topografía de áreas onduladas a montañosas. Con mucha frecuencia forman perfiles de tipo AC o ABwC. La rápida alteración de los materiales volcánicos porosos, provoca una acumulación de complejos órgano-minerales estables con una elevada relación catión/anión. Los minerales formados están limitados a alofana, imogolita y ferrihidrita, principalmente. Es frecuente observar en estos perfiles, la formación de paleosuelos, los cuales muestran suelos desarrollados bajo la influencia de múltiples procesos edáficos que nuevamente vuelven a ser sepultados por procesos nuevos. La reacción y el estado de las bases del suelo están influenciados por el tipo de material parental, las condiciones ambientales y el tiempo de intemperización, de acuerdo con el estadio de desarrollo.

En términos generales, los suelos del grupo Ando muestran una reacción ácida en los horizontes superficiales con la tendencia a un incremento en el pH de los horizontes. Los valores del pH (en H2O) del horizonte A generalmente varía entre 4.0 a 6.5. La acidez en los suelos del grupo Ando se origina principalmente de los sitios de intercambio de tipo orgánico y no de los sitios de tipo inorgánico, debido a que el alofano es un ácido muy débil. Los suelos jóvenes derivados de cenizas volcánicas son usualmente neutros debido a su aún reducido contenido de materia orgánica y a que la lixiviación de las bases no ha sido muy intensa (Alvarado *et al*., 2001; Ramos y Flores, 2008). Ocasionalmente estos suelos jóvenes pueden ser muy ácidos debido a la presencia de compuestos de azufre, ya que la oxidación de éste, produce ácido sulfúrico. La acidez de los suelos sepultados derivados de cenizas volcánicas generalmente no es muy alta y los valores de pH (en H2O) varían de 5.0 a 6.5. Los suelos pardos muestran más bien valores de pH altos del orden de 6.0, debido en el primer caso a altos contenidos de calcio y magnesio intercambiables, y en el segundo, a bajos contenidos de materia orgánica y al punto isoeléctrico del alofano.

La fertilidad de los suelos volcánicos es debida a los altos contenidos de materia orgánica, la buena estructura, porosidad, retención de humedad de la mayoría de los Andosoles, con los cuales las raíces de los cultivos tienen una fertilidad asegurada, sin embargo, estos suelos también tienen fuertes limitaciones por su propensión a la alta fijación de fósforo y a la susceptibilidad de ser erosionados debido a su condición textural, con tipos limosos, limo arcillosos, o limo arenosos, lo que debería obligar a un manejo especial para evitar su deterioro y ser propensos a procesos erosivos y de remoción en masa. Estos suelos están cultivados de forma intensiva con una gran variedad de plantas.

En la zona de estudio, la deforestación en combinación con otros factores como el uso urbano de estos suelos en zonas fuertemente inclinadas, y las lluvias atípicas han ocasionado fuertes procesos erosivos que han dado pie a deslaves y procesos de remoción en masa como los ocurridos en La Aurora en 1999.

A continuación se describen las características de campo de cada perfil, se presenta una breve descripción de cada perfil muestreado y se presentan los resultados de los análisis físicoquímicos.

Los perfiles de suelos fueron clasificados como Andosoles: Perfil 1: La Aurora, Andosol éutrico; Perfil 2, Chignaulingo, Andosol éutrico; Perfil 3: Cañada Juárez, Andosol melánico; Perfil 4: Crucero San Blas, Andosol éutrico; Perfil 5: Aire Libre, Leptosol éutrico.

Los perfiles de los suelos Volcánicos (1, 2, 3, 4), son suelos jóvenes a maduros. Son suelos moderadamente ácidos, todos los suelos tienen de altos a medios contenidos de materia orgánica, por lo que presentan coloraciones obscuras, a pardas oscuras en seco y en húmedo son de color pardo muy oscuro a pardos grisáceos. Dentro de las propiedades físicas sobresalientes, son la baja densidad aparente, menor a 1.0 gr/cm3, la alta porosidad mayores al 60%. Son de texturas limosas, limo-arenosas, limo-arcillo-arenosas, franco-arenosas y franco-arcillosas. Se trata de suelos en general de mediana a alta fertilidad.

La materia orgánica es un indicador importante de la fertilidad de los suelos, la cual en la mayoría de los perfiles analizados es media a alta. El pH es considerado moderadamente ácido, y siendo aún suelos jóvenes, conservan minerales importante, por lo que la concentración de bases cambiables, tales como el Calcio (Ca++) y del Magnesio (Mg++), se encuentran en valores medios a altos.

En la zona de estudio (mapa IV.1.4), se pudo observar los fuertes procesos erosivos debido a la acción antropogénica en áreas urbanas y periurbanas, por lo que estos suelos pueden perder su potencial derivado de su buena fertilidad, particularmente en los suelos ubicados en laderas de montaña, con pendientes mayores de 15 y 20%, presentan erosión hídrica, con lo cual se acelera el proceso de pérdida de los suelos disminuyendo su fertilidad natural. Con los procesos erosivos, no solamente se pierden partículas de limos, arcilla y arenas, sino también la materia orgánica y con ello los nutrientes esenciales para el crecimiento de los cultivos, los cuales son imprescindibles para los cultivos que se realizan en estos suelos.

Estos suelos representan un gran capital para la sustentabilidad de esta región, por lo que es fundamental garantizar su protección, a través de programas de manejo y conservación de suelos.

Perfil Número 1.

Lugar: La Aurora, Teziutlán, Puebla
Coordenadas: 19º 49´10´´ N, 97º 21´11´´ W, Altitud: 1896 msnm
Pendiente: 25%
Material parental: material volcánico (depósitos piroclásticos, cenizas volcánicas)
Uso Actual: urbano
Taxonomía: Clasificación FAO/WRB: Andosol Éutrico
Fecha: 23 de junio del 2016

Descripción del perfil en campo

Horizonte	Profundidad	Descripción:
A	0-40 cm	Color pardo olivo (2.5Y 4/3); textura limosa; ligeramente compacto (0.95 kg/cm² con el penetrómetro); límite abrupto; poros medianos entre y dentro de unidades; consistencia friable; estructura granular poco desarrollados; sin concreciones; intrusiones de material antropogénico (5%); ligeramente plástico y adhesivo; raíces finas y abundante; muy permeable con drenaje rápido; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano muy alto; pH de 6.72; pedregosidad 5%.
AB	40-65 cm	Color pardo olivo claro (2.5Y 5/4); textura limosa; ligeramente compacto (1.5 kg/cm² con el penetrómetro); límite difuso; consistencia moderadamente friable; poros medianos y finos, entre y dentro de unidades; estructura granular y bloques muy pequeños, poco desarrollados; sin concreciones; intrusiones de material antropogénico (10%); moderadamente plástico y adhesivo; raíces finas abundantes; permeable con drenaje rápido; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano muy alto; pH de 6.93; pedregosidad 5%.
BA	65-90 cm	Color pardo olivo (2.5Y 4/4); textura limo-arcillosa; poco compacto (1.75 kg/cm² con el penetrómetro); límite difuso; poros finos y medianos, entre y dentro de unidades; consistencia moderadamente friable; sin concreciones; intrusiones de gravas volcánicas y gravillas (10%); estructura en bloques pequeños y medianos, poco desarrollados; moderadamente plástico y adhesivo; moderada presencia de raíces finas; permeable con drenaje rápido; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano muy alto; pH de 6.62; pedregosidad 5%.
B1	90-117 cm	Color pardo olivo claro (2.5Y 5/3); textura limo-arcillosa; límite abrupto; moderadamente compacto (2.5 kg/cm² con el penetrómetro); poros finos y medianos, entre y dentro de unidades; consistencia moderadamente firme; concreciones de nódulos de arcilla; intrusiones de gravas volcánicas y gravillas (10%); estructura en bloques pequeños y medianos, poco desarrollados; plástico y adhesivo; moderada presencia de raíces finas; permeable con drenaje rápido; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano muy alto; pH de 6.46; pedregosidad 5%.
B2	117-165 cm	Color pardo olivo (2.5Y 4/4); textura arcillo-limosa; moderadamente compacto (2.5 kg/cm² con el penetrómetro); límite abrupto; poros finos entre y dentro de unidades; moderadamente firme; concreciones de nódulos de arcilla; intrusiones de gravas volcánicas y gravillas (10%); estructura en bloques pequeños y medianos, poco desarrollados; plástico y adhesivo; moderada presencia de raíces finas; moderadamente permeable con drenaje moderado; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano muy alto; pH de 6.37; sin pedregosidad.
B3	165-200 cm	Color pardo amarillento claro (2.5Y 6/3); textura arcillo-arenosa; límite abrupto; compacto (4.25 kg/cm² con el penetrómetro); sin concreciones; intrusiones de gravas y gravillas (10%); poros finos entre y dentro de unidades; moderadamente firme; estructura en bloques pequeños y medianos, ligeramente desarrollados; muy plástico y adhesivo; pocas raíces finas; poco permeable con drenaje moderado; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano muy alto; pH de 6.26; sin pedregosidad
BC	200-215x	Color pardo olivo claro (2.5Y 5/4); textura arcillo-limosa; límite abrupto; compacto (4.5 kg/cm con el penetrómetro); sin concreciones; intrusiones de gravas y gravillas (5%); poros finos entre y dentro de unidades; moderadamente firme; estructura en bloques pequeños y medianos, ligeramente desarrollados; muy plástico y adhesivo; escasas raíces finas; poco permeable con drenaje moderado; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano medio; pH de 6.03; sin pedregosidad.

Perfil de Suelos 1. La Aurora

Es un suelo joven, hábito forestal y uso actual urbano. Clasificación de acuerdo a la WRB (2014) Andosol éutrico. El terreno se encuentra en laderas de más de 15% de pendiente, haciéndolo susceptible a la erosión hídrica y pérdida de nutrientes. Contenidos medios de materia orgánica, suelo ácido, de texturas limosas-arcillosos, altos en bases cambiales (nutrientes), y capacidad de intercambio catiónico media a baja. El horizonte A es éutrico, por los valores altos de materia orgánica, por lo que es suelo de fertilidad media a alta. En el sitio de muestreo se observa procesos erosivos dinámicos. Siendo suelos de baja densidad aparente, porosos, limosos, son sujetos a procesos fuertes de erosión, poco compactos, de baja estabilidad estructural, por lo que los valores con el penetrómetro de campo son bajos para el horizonte A de 0,95 kg/cm², a valores de 1.75, 2.5 kg/cm² para horizontes inferiores, lo cual lo coloca como suelos susceptibles a los procesos erosivos y de remoción de masas, siendo necesarias las obras de conservación y restauración del suelo tales como barreras vivas, barreras muertas, las cuales son fundamentales para controlar la erosión y evitar la pérdida de suelos.

Perfil Número 2.

Lugar: Chignaulingo, Teziutlán, Puebla
Coordenadas: Latitud: Coordenadas: 19º 50´6´´ N , 97º 20´39´´ W,
Altitud: 1783 msnm
Pendiente: 10%

Material Parental: materiales volcánicos
Uso Actual: Agroforestal
Taxonomía: Clasificación WRB/FAO: Andosol éutrico
Fecha: 22 de junio del 2016'

Descripción del perfil en campo

Horizonte	Profundidad	Descripción:
A1	0-15	Color pardo olivo (2.5Y 4/3); textura limo-arenoso; no compacto (0.25 kg/cm²); límite abrupto; poros medianos entre y dentro de unidades; consistencia friable; estructura granular poco desarrollados; sin concreciones e intrusiones; no plástico y no adhesivo; raíces finas y abundante; muy permeable con drenaje rápido; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano alto; pH de 6.37; abundante presencia de rocas y arenas volcánicas.
A2	15-30	Color pardo olivo claro (2.5Y 5/4); textura limo-arenoso; ligeramente compacto (0.5 kg/cm²); límite difuso; consistencia moderadamente friable; poros medianos y grandes, entre y dentro de unidades; estructura granular y bloques pequeños, poco desarrollados; sin concreciones e intrusiones; no plástico y no adhesivo; raíces finas abundantes; permeable con drenaje moderado; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano alto; pH de 6.56
A3	30-54	Color pardo olivo (2.5Y 4/4); textura arenoso; ligeramente compacto (0.8 kg/cm²); límite difuso; poros finos, medianos y grandes, entre y dentro de unidades; consistencia moderadamente friable; sin concreciones e intrusiones; estructura granular y bloques pequeños, poco desarrollados; ligeramente plástico y adhesivo; moderada presencia de raíces finas; permeable con drenaje moderado; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano alto; pH de 5.77
C	54-92	Color pardo olivo claro (2.5Y 5/3); textura arenosa; límite abrupto; ligeramente compacto (1.2 kg/cm²); poros grandes, entre y dentro de unidades; consistencia friable; sin concreciones e intrusiones; sin estructura; no plástico y no adhesivo; escasa presencia de raíces finas; muy permeable con drenaje rápido; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano alto; pH de 6.01
IIA	92-113	Color pardo olivo (2.5Y 4/4); textura arcillosa (20% limo, 20% arena, 60% arcilla); ligeramente compacto (1.5 kg/cm²); límite abrupto; poros finos y mediano entre y dentro de unidades; moderadamente consistente; sin concreciones e intrusiones; estructura en bloques pequeños su angulares, poco desarrollado; plástico y adhesivo; muy escasas raíces finas; moderadamente permeable con drenaje moderado; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano alto; pH de 5.86
IIC	113-157	Color pardo amarillento claro (2.5Y 6/3); textura arenoso (20% limo, 80% arena, 0% arcilla); límite abrupto; ligeramente compacto (1.7 kg/cm²); sin concreciones e intrusiones; poros finos, medianos y grandes, entre y dentro de unidades; moderadamente friable; sin estructura; no plástico y no adhesivo; muy escasas raíces finas; permeable con drenaje moderadamente rápido; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano medio; pH de 5.73
IIIA	157-177	Color pardo olivo claro (2.5Y 5/4); textura arcillosa (20% limo, 20% arena, 60% arcilla); límite abrupto; ligeramente compacto (2.25 kg/cm²); sin concreciones e intrusiones; poros finos y algunos grandes, entre y dentro de unidades; moderadamente consistente; estructura en bloques pequeños, moderadamente desarrollados; plástico y adhesivo; muy escasas raíces finas; moderadamente permeable con drenaje moderado; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano medio; pH de 5.78
IIIC	177-188	Color pardo amarillento claro (2,5YR 6/4); textura arenoso (5% limo, 95% arena, 0% arcilla); límite abrupto; ligeramente compacto (1.5 kg/cm²); sin concreciones e intrusiones; poco consistente; sin estructura; poros finos y medianos, entre y dentro de unidades; poco plástico y adhesivo; muy escasas raíces finas; moderadamente permeable con drenaje moderado; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano medio; pH de 5.66

Perfil de Suelos 2. Chignaulingo, Teziutlán, Puebla.

Es un suelo maduro de hábito forestal, con uso agroforestal. Presenta dos paleosuelos. Clasificación de acuerdo a la WRB (2014) Andosol éutrico. El terreno se encuentra en laderas de montaña de más de 10% de pendiente. Por la textura franco arenoso, limoso, altamente poroso, son suelos susceptibles a la erosión hídrica y pérdida de nutrientes. Contenidos medios de materia orgánica, suelos ácidos, de texturas franco-arcillo arenoso, franco-arenosos, con contenidos medios en bases cambiales (nutrientes), y capacidad de intercambio catiónico media a baja. El horizonte A es éutrico, por los valores altos de materia orgánica, por lo que es suelo de fertilidad media. En el sitio se observa procesos erosivos dinámicos. Siendo suelos de baja densidad aparente, poco compactos, porosos, limosos, arenosos, son sujetos a procesos fuertes de erosión, poco compactos, de baja estabilidad estructural, por lo que los valores con el penetrómetro de campo dieron valores bajos para el horizonte A de 0,25 kg/cm², a valores de 2.25 kg/cm², lo cual lo coloca como suelos altamente susceptibles a los procesos erosivos, siendo necesarias las obras de conservación y restauración del suelo, así como de reforestación, las cuales son fundamentales para controlar la erosión y evitar la pérdida de suelos.

Perfil Número 3.

Lugar: Cañada Juárez, Teziutlán, Puebla
Coordenadas: 19º 41´42´´ N, 97º 21´31´´ W, Altitud: 1907 msnm
Material Parental: Material volcánico, piroclástico
Pendiente: 25%

Uso Actual: Urbano
Ttaxonomía: Clasificación Americana: Andosol melánico
Fecha: 23 de junio del 2016

Descripción del perfil en campo

Horizonte	Profundidad	Descripción:
A11	0-23	Color pardo olivo (2.5Y 4/3); textura areno-limoso; no compacto (0.25 kg/cm²); límite difuso; poros medianos y grandes, entre y dentro de unidades; consistencia friable; estructura granular poco desarrollado; sin concreciones; intrusiones de material pómez; no plástico y no adhesivo; raíces finas y abundante; muy permeable con drenaje rápido; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano alto; pH de 6.85; pedregosidad de pómez (5%).
A12	23-40	Color pardo olivo claro (2.5Y 5/4); textura areno-limoso; no compacto (0.5 kg/cm²); límite difuso; consistencia friable; poros medianos y grandes, entre y dentro de unidades; estructura granular poco desarrollados; sin concreciones; intrusiones de piedra pómez; no plástico y no adhesivo; moderada presencia de raíces finas; muy permeable con drenaje rápido; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano alto; pH de 6.91; pedregosidad de pómez (25%
A13	40-73	Color pardo olivo (2.5Y 4/4); textura areno-limoso; no compacto (0.5 kg/cm²); límite difuso; poros medianos y grandes, entre y dentro de unidades; consistencia friable; estructura granular poco desarrollados; sin concreciones; intrusiones de material pómez; no plástico y no adhesivo; moderada presencia de raíces finas; muy permeable con drenaje rápido; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano alto; pH de 6.72; pedregosidad de pómez (25%)
CX	73-180	Color pardo olivo claro (2.5Y 5/3); textura arenosa; límite abrupto; no compacto (0.6 kg/cm²); poros grandes, entre y dentro de unidades; consistencia friable; sin concreciones e intrusiones; sin estructura; no plástico y no adhesivo; escasa presencia de raíces finas; muy permeable con drenaje rápido; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano medio; pH de 7.10.

Perfil de Suelos 3. Cañada Juárez, Teziutlán, Puebla.

Es un suelo joven de hábito forestal, con uso urbano. Clasificación de acuerdo a la WRB (2014) Andosol éutrico. El terreno se encuentra en laderas de montaña de más de 25% de pendiente. Por la textura arenosa, altamente poroso, son suelos susceptibles a la erosión hídrica y pérdida de nutrientes. Contenidos altos de materia orgánica, suelos ligeramente ácidos, con contenidos medios en bases cambiales (nutrientes), y capacidad de intercambio catiónico media a baja. El horizonte A es éutrico, por los valores altos de materia orgánica, por lo que es suelo de fertilidad media. En el sitio se observa procesos erosivos dinámicos. Siendo suelos de baja densidad aparente, porosos, poco compactos, arenosos, son sujetos a procesos fuertes de erosión, de baja estabilidad estructural, por lo que los valores con el penetrómetro de campo dieron lecturas bajas para el horizonte A de 0,25 kg/cm² a 0.5 kg/cm², lo cual lo coloca como suelos altamente susceptibles a los procesos erosivos, siendo necesarias las obras de conservación y restauración del suelo, así como de reforestación, las cuales son fundamentales para controlar la erosión y evitar la pérdida de suelos.

Perfil número 4

Lugar: San Blas (Crucero San Blas), Teziutlán, Puebla
Coordenadas: 190 47´29´´ N, 970 21´12´´ W, Altitud: 2108 msnm
Pendiente: 10%
Material Parental: Material volcánico piroclástico,

Uso Actual: agrícola con cultivo de maíz
Taxonomía: Clasificación WRB/FAO: Andosol éutrico
Fecha: 23 de junio del 2016

Descripción del perfil en campo

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción:
Carbón	0-7	Color en seco olivo (5Y 4/4), color en húmedo pardo olivo claro (2.5Y 5/3); textura migajón-limoso; no compacto (0.5 kg/cm²); límite difuso; poros medianos entre y dentro de unidades; consistencia friable; estructura granular pequeños, poco desarrollados; sin concreciones e intrusiones; poco plástico y adhesivo; raíces finas y abundante; permeable con drenaje muy rápido; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano muy alto; pH de 5.54; pedregosidad del material parental de origen.
A1	7-17	Color en seco olivo (5Y 4/4), color en húmedo pardo olivo (2.5Y 4/3); textura migajón-limoso; ligeramente compacto (1.5 kg/cm²); límite difuso; consistencia friable; poros medianos entre y dentro de unidades; estructura granular pequeños, poco desarrollados; sin concreciones e intrusiones; no plástico y no adhesivo; raíces finas abundantes; permeable con drenaje muy rápido; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano muy alto; pH de 5.41; pedregosidad del material parental de origen.
A2	17-30	Color en seco olivo (5Y 5/6), color en húmedo pardo olivo (2.5Y 4/4); textura migajón-limoso; ligeramente compacto (2.0 kg/cm²); límite difuso; poros medianos entre y dentro de unidades; consistencia friable; sin concreciones e intrusiones; estructura granular y bloques pequeños, poco desarrollados; no plástico y no adhesivo; raíces finas y abundantes; permeable con drenaje muy rápido; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano muy alto; pH de 5.14; pedregosidad del material parental de origen.
A3	30-42	Color en seco olivo pálido (5Y 6/3), color en húmedo pardo olivo oscuro (2.5Y 3/3); textura migajón-limoso; límite abrupto; ligeramente compacto (2.5 kg/cm²); poros mediano y grandes, entre y dentro de unidades; poco consistente; sin concreciones e intrusiones; estructura en bloques pequeños y medianos, moderadamente desarrollados; no plástico y no adhesivo; moderada presencia de raíces finas; moderadamente permeable con drenaje moderado; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano muy alto; pH de 5.37; pedregosidad del material parental de origen.
AC	42-58	Color en seco amarillo (2.5Y 7/8), color en húmedo pardo fuerte (7.5YR 5/8); textura limo-arenoso; ligeramente compacto (1.5 kg/cm²); límite difuso; poros finos y mediano entre y dentro de unidades; moderadamente consistente; sin concreciones e intrusiones; estructura en bloques pequeños y medianos, poco desarrollado; plástico y adhesivo; moderada presencia de raíces finas; permeable con drenaje moderado; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano alto; pH de 5.64; pedregosidad del material parental de origen.
C1	58-80	Color en seco amarillo olivo (2.5Y 6/6), color en húmedo pardo fuerte (7.5YR 5/8); textura arcillo-limoso; límite difuso; ligeramente compacto (4.0 kg/cm²); sin concreciones e intrusiones; poros grandes entre y dentro de unidades; poco consistente; estructura en bloques pequeños y medianos, poco desarrollados; plástico y adhesivo; moderada presencia de raíces finas; permeable con drenaje moderado; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano alto; pH de 5.80; pedregosidad del material parental de origen.
C2	80-87	Color en seco pardo pálido (2.5Y 7/4), color en húmedo pardo amarillento claro (2.5Y 6/4); textura migajón-arcillo-limoso; límite difuso; ligeramente compacto (3.0 kg/cm²); sin concreciones e intrusiones; poros finos y medianos entre y dentro de unidades; poco consistente; estructura en bloques pequeños y medianos, poco desarrollados; poco plástico y adhesivo; muy escasas raíces finas; permeable con drenaje moderado; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano bajo; pH de 6.12; pedregosidad del material parental de origen.
C3	87-99	Color en seco pardo pálido (2.5Y 7/4), color en húmedo pardo olivo claro (2.5Y 5/6); textura arcillo-limoso; límite difuso; ligeramente compacto (2.75 kg/cm²); sin concreciones e intrusiones; poco consistente; estructura en bloques pequeños y medianos, poco desarrollados; poros grandes entre y dentro de unidades; poco plástico y adhesivo; muy escasas raíces finas; moderadamente permeable con drenaje moderado; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano bajo; pH de 6.37; pedregosidad del material parental de origen.
IIA	99-121	Color en seco olivo pálido (5Y 5/3), color en húmedo pardo amarillento claro (2.5Y 6/3); textura migajón-arcillo-limoso; límite abrupto; ligeramente compacto (2.25 kg/cm2); sin concreciones e intrusiones; moderadamente consistente; estructura en bloques pequeños y medianos, poco desarrollados; poros finos entre y dentro de unidades; plástico y adhesivo; muy escasas raíces finas; permeable con drenaje moderado; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano medio; pH de 6.47; pedregosidad del material parental de origen.
IIC	121-139	Color en seco amarillo (10YR 7/8), color en húmedo amarillo (10YR 7/8); textura arenoso; límite abrupto; ligeramente compacto (2.00 kg/cm²); sin concreciones e intrusiones; moderadamente consistente; sin estructura; poros medianos y grandes entre y dentro de unidades; no plástico y no adhesivo; muy escasas raíces finas; moderadamente permeable con drenaje moderado; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano medio; pH de 6.63; pedregosidad del material parental de origen.
IIIA	139-165	Color en seco pardo oscuro (10YR 3/3), color en húmedo pardo oscuro (10YR 3/3); textura arcillo-limoso; límite abrupto; ligeramente compacto (1.80 kg/cm²); sin concreciones e intrusiones; poco consistente; estructura en bloques pequeños y medianos, moderadamente desarrollados; poros medianos y grandes entre y dentro de unidades; plástico y adhesivo; muy escasas raíces finas; permeable con drenaje moderado; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano medio; pH de 6.71; pedregosidad del material parental de origen.
IIICx	165-X	Color en seco amarillo (2.5Y 8/6), color en húmedo amarillo (5Y 7/6); textura arenoso; límite abrupto; ligeramente compacto (1.80 kg/cm²); sin concreciones e intrusiones; poco consistente; estructura en bloques pequeños y medianos, moderadamente desarrollados; poros medianos y grandes entre y dentro de unidades; ligeramente plástico y adhesivo; muy escasas raíces finas; permeable con drenaje moderado; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano medio; pH de 6.82; pedregosidad del material parental de origen.

Perfil de Suelos 4. Crucero San Blas, Teziutlán, Puebla.

Es un suelo joven de hábito forestal, con uso agroforestal. Presenta dos paleosuelos. Clasificación de acuerdo a la WRB (2014) Andosol melánico. El terreno se encuentra en un pequeño plano valle de 10% de pendiente. Por la textura franco arenoso, son suelos susceptibles a la erosión hídrica y pérdida de nutrientes. Contenidos medios de materia orgánica en los horizontes A y bajos en el C, suelos ácidos, con contenidos medios en bases cambiales (nutrientes), y capacidad de intercambio catiónico baja a medias. El horizonte A es melánico, por los valores altos de materia orgánica. Son suelos de fertilidad media a alta. En el sitio se observa procesos erosivos dinámicos. Siendo suelos de baja densidad aparente, poco compactos, porosos, limosos, arenosos, son sujetos a procesos fuertes de erosión, de baja estabilidad estructural, por lo que los valores con el penetrómetro para el horizonte A superior son de 0,5 kg/cm², a valores de 2.25 kg/cm², lo cual lo coloca como suelos altamente susceptibles a los procesos erosivos, siendo necesarias las obras protección y de conservación de estos suelos, ya que son altamente utilizados en la agricultura y por tanto es necesario controlar la erosión y evitar la pérdida de suelos.

Perfil Número 5

Lugar: Aire Libre, Teziutlán, Puebla
Coordenadas: 19°52' 35" N, 97° 23' 39" W, Altitud: 1582 msnm
Pendiente: 30%
Material Parental: Rocas metamórficas y sedimentarias

Uso Actual: Pecuario
Taxonomía: Clasificación WRB/FAO: Leptosol éutrico
Fecha: 22 de junio del 2016

Descripción del perfil en campo

Horizonte	Profundidad	Descripción:
A	0-10	Color pardo claro (10YR 6/2); textura franco arcillo arenosa; no compacto; abundantes poros finos y medianos; consistencia moderadamente firme; estructura granular pequeño y poco desarrollados; plástico y adhesivo; abundantes raíces finas; intrusiones de gravas de roca; permeable con drenaje moderadamente rápido; no compacto (0.5 kg/cm^2); límite difuso; poros medianos y finos entre y dentro de unidades; permeable con drenaje rápido; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; trazas de presencia de alófano; pH de 5.0; pedregosidad del material parental de origen.
C	10-60	Color amarillento (10YR 7/6); textura arcillo arenosa; compacto; abundantes poros finos y medianos; consistencia moderadamente firme; estructura bloques pequeños moderadamente desarrollados; plástico y adhesivo; pocas raíces finas; intrusiones de gravas de roca; con drenaje moderadamente rápido; compacto (1.5 kg/cm^2); límite difuso; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano alto; pH de 5.0; pedregosidad del material parental de origen
IIA	60-70	Color pardo (10YR 5/3); textura franco arcillo arenosa; no compacto; abundantes poros finos y medianos; consistencia moderadamente firme; estructura granular pequeño y moderadamente desarrollados; plástico y adhesivo; raíces finas; intrusiones de gravas de roca; moderadamente permeable; moderadamente compacto (1.5 kg/cm^2); límite difuso; poros medianos y finos entre y dentro de unidades; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano alta; pH de 4.5; pedregosidad del material parental de origen.
IIBw	70-133	Color pardo pálido (10YR 7/4); textura arcillosa; moderadamente compacto; Abundantes poros finos; consistencia moderadamente fino; estructura en bloques pequeños y medianos desarrollados; muy plástico y adhesivo; pocas raíces finas, algunas medianas y grandes; sin concreciones; moderadamente permeable; moderadamente compacto (2.5 kg/cm^2); límite difuso; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano alta; pH de 4.5; pedregosidad del material parental de origen
IIBC	133-170	Color pardo muy pálido (10YR 7/4); textura franco arcillosa; compacto; Abundantes poros finos y medianos; consistencia moderadamente fino; estructura desarrollada en bloques pequeños y medianos; muy plástico y muy adhesivo; pocas raíces finas, sin concreciones; moderadamente permeable con drenaje moderadamente lento; compacto (3.2 kg/cm^2); límite difuso; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano alta; pH de 4.4; pedregosidad del material parental de origen.
IICg	170-190x	Color pardo amarillento claro (10YR 6/4); textura franco arcillosa; compacto; Abundantes poros finos y medianos; consistencia moderadamente firme; estructura desarrollada en bloques pequeños y medianos; muy plástico y muy adhesivo; sin raíces; moteados grises por influencia de mal drenaje; drenaje lento; compacto (4.0 kg/cm^2); límite difuso; humedad a capacidad de campo; sin reacción a la prueba de HCL; presencia de alófano alta; pH de 4.5; pedregosidad del material parental de origen.

Perfil de Suelos 5. Aire Libre, Municipio Teziutlán, Puebla.

Es un suelo joven de hábito forestal, con uso pecuario. Presenta un paleosuelo, producto de procesos de remoción en masas. Clasificación de acuerdo a la WRB (2014) Leptosol éutrico. El terreno se encuentra en un lomerío, con 30% de pendiente. Por la textura franco arcilloso, son suelos de mejor estabilidad estructural, pero por la pendiente, tiene problemas de inestabilidad, sujeto a procesos erosivos y pérdida de nutrientes. Contenidos altos de materia orgánica en los horizontes A y bajos en el C, suelos ácidos, con contenidos medios en bases cambiales (nutrientes), y capacidad de intercambio catiónico con valores medios en el horizonte A. Por tanto, se consideran ser suelos de fertilidad media. Los valores con el penetrómetro para el horizonte A superior son bajos a medios de 0,5 kg/cm^2 a 2.25 kg/cm^2, lo cual lo coloca como suelos altamente susceptibles a los procesos erosivos, mientras que en profundidad para el paleosuelo llega a ser de 3.5 kg/cm^2, con fuertes procesos de gleyzación. Por las evidencias en el sitio de procesos de remoción en masas, son necesarias las obras protección y de conservación de estos suelos, ya que son altamente utilizados en la agricultura y ganadería, y por tanto es necesario controlar la erosión y evitar la pérdida de suelos.

FUENTES

Alvarado, H.,A., F. Bertsch H., E. Bornemisza S., G. Cabalceta A., C. Forsythe H., R. Mata Ch., E. Molina R, y R. Salas C. (2001). *Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas (Andisoles) de Costa Rica*. 1ª Edición. San José de Costa Rica. 112 p.

Arias J. A. C. (2001). *Suelos tropicales*. EUNED. Costa rica. 166 pp.

Buoll, S. W., Hole, F. D., McCracken, R. J. (2004). *Génesis y clasificación de suelos*. 2ª. Ed. Editorial Trillas, 4ª. Reimpresión. México. 417 pp.

Dávila-Harris P, Carrasco-Núñez G (2014). An unusual syn-eruptive bimodal eruption: The Holocene Cuicuiltic Member at Los Humeros caldera, Mexico. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 271, 24-42.

Ferriz H, Mahood G (1984). *Eruption rates and compositional trends at Los Humeros volcanic center*, Puebla, Mexico. J. Geophys. Res.-Earth 89, 8511-8524.

INEGI. Cartografía Edafológica, Esc. 1:250 000. *Sistema para la consulta de información censal* (SCENSE) 2010.

IUSS Working Group WRB (2015). Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. *Informes sobre recursos mundiales de suelos 106*. FAO, Roma. 218 p.

Jaramillo, Daniel F. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 613 pp.

Jaramillo, D. F.; l. N. Parra y l. H. González (1994). *El recurso suelo en Colombia: Distribución y Evaluación*. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 88 p.

NOM-021-Semarnat-2000. *Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis*. SEMARNAT. DOF 31/12/2002. 85 p.

Núñez Solís, Jorge (2000). *Fundamentos de edafología*. Editorial Universidad Estatal a Distancia (EUNED), Costa Rica. 188 pp.

Ramos-Hernández, S. y Flores-Román, D. 2008. Comparación de dos fuentes fosfatadas en suelos volcánicos cultivados con café del Soconusco, Chiapas, México. *Agrociencia*, México. 42(4) ISSN 1405-3195.

Ramos-Hernández, S. (2013). Erosión, degradación de suelos y sustentabilidad. pp. 297-306. En: *La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Gobierno del Estado de Chiapas, México.

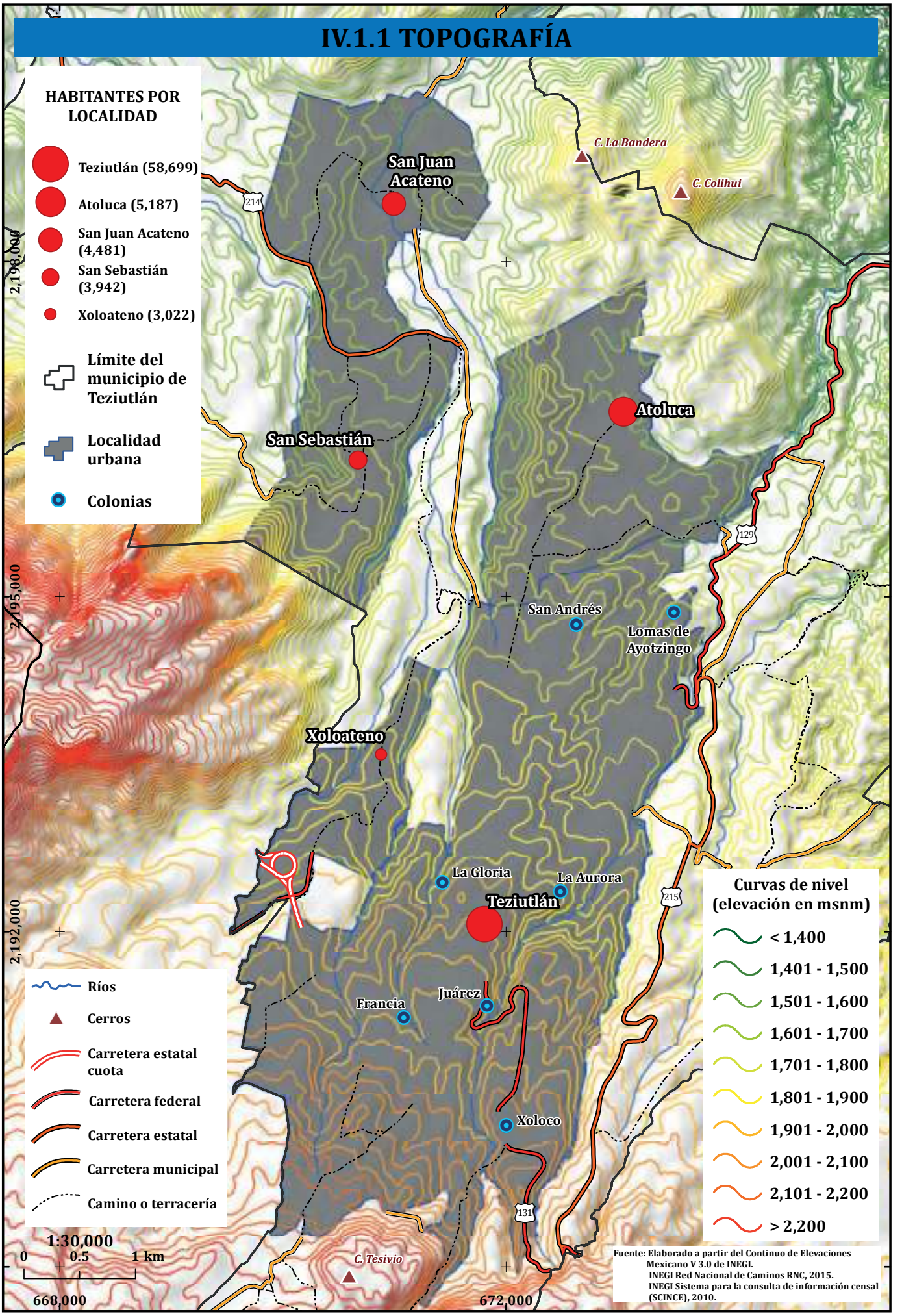
Salinas-Rodríguez J. M., Castillo-Reynoso J. E. (2011) *Carta Geológica Minera. Teziutlán E14B15 Puebla*. Servicio Geológico Mexicano.

Shoji, S., J. M. Nansyo, and R. Dahlgren (1993). *Volcanic ash soils, genesis, properties and utilization*. Devel. Soil Sci. 21:288.

Soil Survey Staff. (1995): *Clave para la taxonomia de suelos, versión 1994*. Traducción de: Ortiz-Solorio, C., M. C. Gutierrez-Castorena y J. L. García-Rodriguez. Primera Edición en Español. Publicación Especial 3. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo (SMCS). Chapingo, México. 306 p.

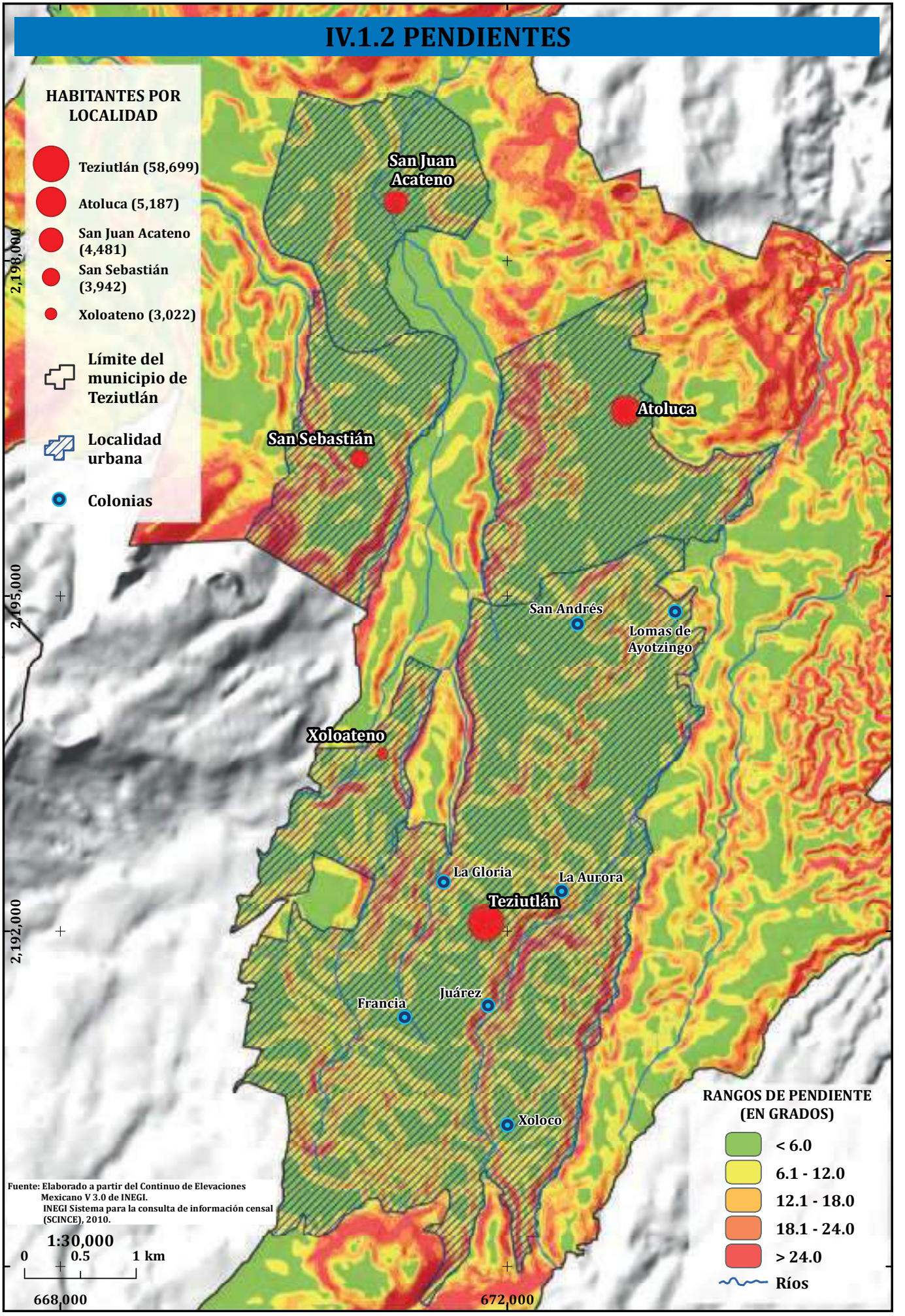
Sposito, G. (1989). *The Chemistry of Soils*. 2a edit. Oxford University Press. New York.

IV.1.1 TOPOGRAFÍA

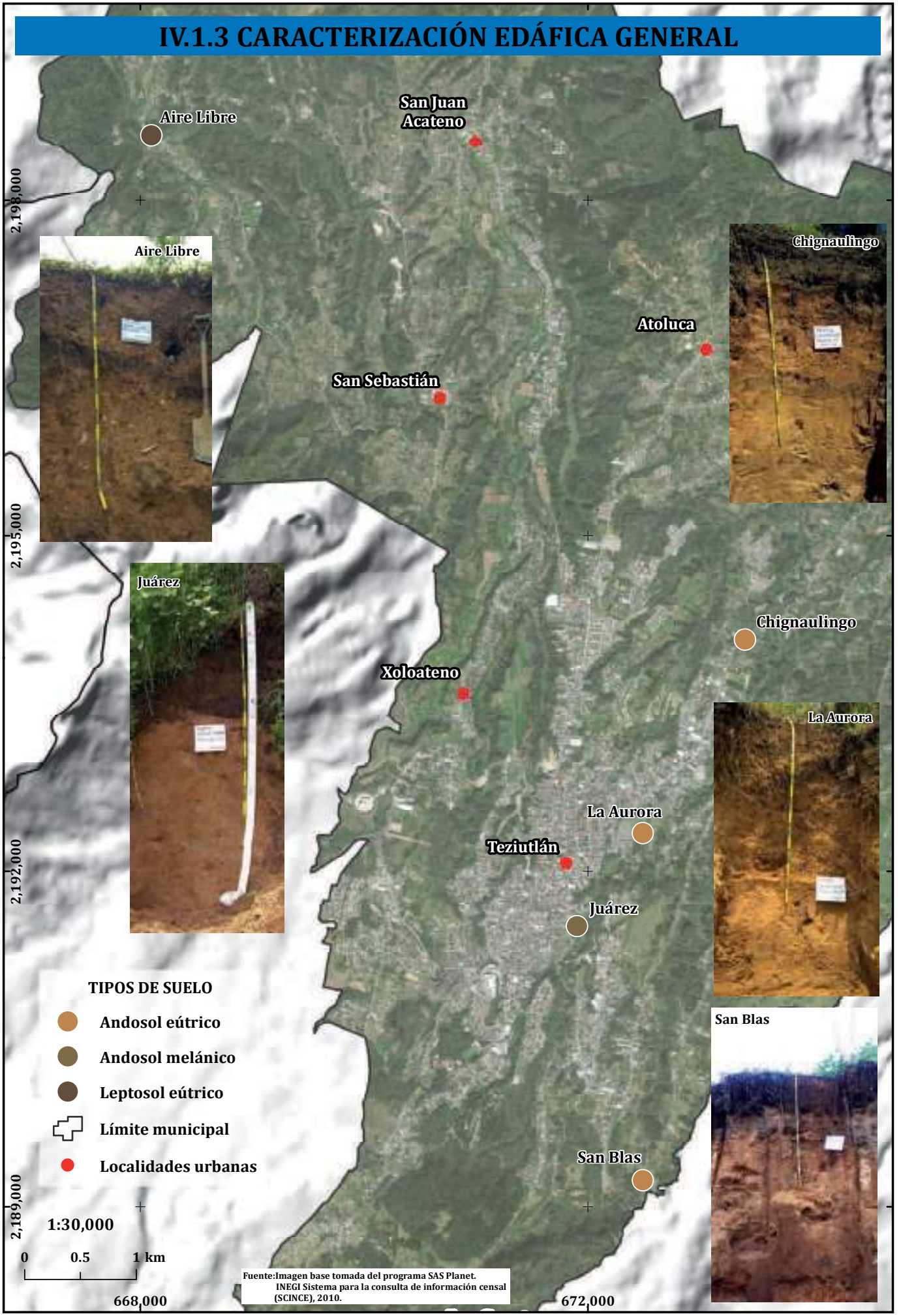


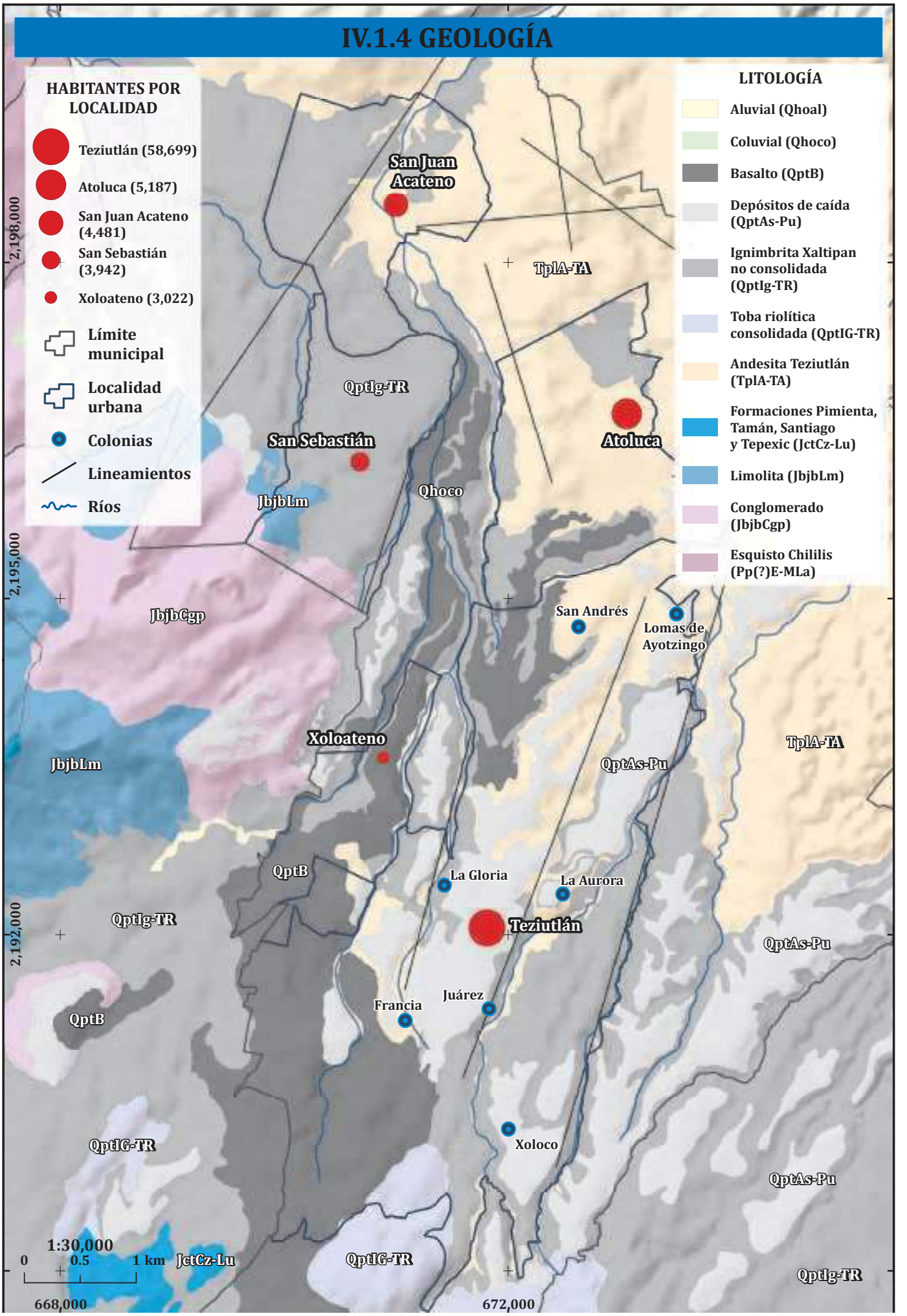
Fuente: Elaborado a partir del Continuo de Elevaciones Mexicano V 3.0 de INEGI.
INEGI Red Nacional de Caminos RNC, 2015.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

IV.1.2 PENDIENTES



IV.1.3 CARACTERIZACIÓN EDÁFICA GENERAL




IV.1.4 GEOLOGÍA
HABITANTES POR LOCALIDAD
Teziutlán (58,699)
Atoluca (5,187)
San Juan Acateno (4,481)
San Sebastián (3,942)
Xoloateno (3,022)
Límite municipal
Localidad urbana
Colonias
Lineamientos
Ríos
LITOLOGÍA
Aluvial (Qhoal)
Coluvial (Qhoco)
Basalto (QptB)
Depósitos de caída (QptAs-Pu)
Ignimbrita Xaltipan no consolidada (QptIg-TR)
Toba riolítica consolidada (QptIG-TR)
Andesita Teziutlán (TplA-TA)
Formaciones Pimienta, Tamán, Santiago y Tepexic (JctCz-Lu)
Limolita (JbjbLm)
Conglomerado (JbjbCgp)
Esquisto Chililis (Pp(?)E-MLa)
San Juan Acateno
TplA-TA
QptIg-TR
San Sebastián
Atoluca
Qhoco
JbjbLm
JbjbCgp
San Andrés
Lomas de Ayotzingo
Xoloateno
QptAs-Pu
QptB
La Gloria
La Aurora
Teziutlán
Francia
Juárez
Xoloco
QptIG-TR
JctCz-Lu
2,198,000
2,195,000
2,192,000
1:30,000
0
0.5
1 km
668,000
672,000

IV.4b Factores inductores de la vulnerabilidad

Atlántida Coll-Hurtado, Ricardo Garnica Peña, Alejandra Maldonado Martínez e Irasema Alcántara Ayala

Como se pudo apreciar en el apartado Municipio de Teziutlán, Puebla (mapas a escala 1:62,000), este municipio poblano de la Sierra Nororiental cuenta con cinco localidades consideradas de categoría urbana; cuatro presentan entre 2,500 y 14,999 habitantes (Atoluca con 5,187 habs., Acateno con 4,481 habs., San Sebastián con 3,942 habs., y Xoloateno con 3,022 habs.) y una localidad con más de 15,000 habitantes, que resulta ser la cabecera municipal, la ciudad de Teziutlán con 58,699 habs., la cual comparte el nombre del municipio.

En este apartado se confrontarán los registros de seis variables analizadas y graficadas en los mapas denominados: Distribución de la Población, Características de la Vivienda, Valor Unitario del Suelo, Servicios Económicos, Servicios Sociales y Población Económicamente Activa (PEA), en donde se presentan los valores alcanzados por cada variable en las cinco localidades urbanas del municipio. Con el propósito de establecer una mejor correlación entre las variables analizadas para cada localidad, este bloque se desarrollará por localidad, de menor a mayor, describiendo el comportamiento de los seis temas, llevando como apoyo los seis mapas de referencia.

La distribución de la población correspondiente a las cinco zonas urbanas del municipio de Teziutlán se puede apreciar a partir del registro que ofrece el número de habitantes por manzana, el cual se encuentra desglosado en cinco categorías que en sentido ascendente son: menos de 100 habs.; entre 101 y 300 habs.; 301 y 500 habs.; 501 y 700 habs.; y más de 700 habs., como se muestra en el mapa IV.2.1.

En el mapa IV.2.2, se presentan gráficos que clasifican el porcentaje de viviendas con más de 3 personas por cuarto por AGEB Urbana, así como la participación relativa de características como piso de tierra, sin luz, sin agua entubada, sin excusado, sin drenaje y sin bienes, lo que permite tener un panorama más cercano de la situación que vive la población.

Por otra parte, el valor del suelo no es homogéneo en todo el territorio, está supeditado a la normatividad legal vigente y dominado por la misma demanda. En el caso de las zonas urbanas del municipio de Teziutlán observamos 10 tipos de valores cotizados en pesos por metro cuadrado que van desde los $95.00 como mínimo y el valor más alto es de $1,476.00, como se observa en el mapa IV.2.3.

En relación a los servicios económicos podemos identificar con base en el mapa IV.2.4 siete tipos: comercio en general, hospedaje, comida, construcción y fabricación, entretenimiento, sector público y finalmente banca, crédito y seguros; sin embargo no todos están presentes en las cinco localidades urbanas del municipio de Teziutlán.

En cuanto a los servicios sociales, se han graficado los inmuebles que prestan algunos servicios a la población, entre los que se encuentran los centros educativos de todos los niveles, hospitales, clínicas (públicas y privadas), así como iglesias y templos. Asimismo, se presenta un gráfico con la cantidad de servicios ofrecidos en cada territorio los cuales se muestran en el mapa IV.2.5.

Por último, el mapa IV.2.6 presenta los valores de participación relativa de la población que trabaja en el territorio de cada localidad, con lo que se forma un mosaico bastante revelador de este indicador. También registra el rango de PEA por AGEB, distinguiendo entre éstos la participación relativa por sexos.

La localidad urbana de Xoloateno es la menos poblada de las zonas urbanas de este municipio pues contabiliza 3,022 habitantes, los cuales están distribuidos en tres tipos de categorías de manzana; en la zona sur oriente de la localidad se observa una pequeña aglomeración de manzanas con una densidad de más de 700 habitantes, sitio geográfico que coincide con la proximidad a la zona urbana de la cabecera municipal; asimismo, a lo largo de norte a sur se aprecia una gran cantidad de manzanas de menos de 100 habitantes y en la zona norte se identifican manzanas de una población que varía entre los 101 y 300 habitantes.

Esta zona urbana presenta un total de 730 viviendas habitadas (mapa IV.2.2); Xoloateno tiene un porcentaje entre 6.1 y 9.0% de viviendas con más de tres personas por cuarto. Las características de la vivienda son variadas; en su mayoría presentan piso de tierra, no cuentan con agua entubada y otras viviendas no cuentan con drenaje y tampoco bienes; en menor medida hay viviendas sin luz eléctrica.

En cuanto al valor del suelo, para la localidad urbana de Xoloateno, se presenta un precio en casi todo el territorio de $186.00/m², únicamente en la zona del extremo sur no se presentan datos valorativos. Los servicios económicos prevalecientes en esta localidad son preponderantemente de comercio en general con significativa participación de actividades relacionadas con la comida y reducida participación de otras como construcción y fabricación y del sector público.

En esta localidad urbana se presentan los servicios sociales en menor cantidad como escuelas de educación básica, iglesias y templos, así como clínicas, únicamente se observa el servicio de dos hospitales (mapa IV.2.5).

Finalmente, la población económicamente activa es representativa con un porcentaje entre 40.1 y 60.0% de la población (mapa IV.2.6); la participación relativa de los hombres es mayor respecto de la participación de las mujeres.

San Sebastián presenta en la zona norte una mínima extensión de manzanas con una densidad de población mayor a los 700 habitantes, y al costado oriental de la misma se encuentran registradas manzanas con población entre 301 y 500 habitantes también en un núcleo aislado. En mayor medida, esta zona urbana presenta un mayor número de manzanas con población de 101 y 300 habitantes y en segundo lugar manzanas con menos de 100 habitantes.

La localidad de San Sebastián cuenta con 3,942 habitantes distribuidos en 696 viviendas habitadas, como se muestra en el mapa IV.2.2; esta zona urbana presenta un registro porcentual de más del 9.0% de viviendas con más de tres personas por cuarto; asimismo, las dos principales características de las viviendas es que no tienen servicio de drenaje y otras viviendas cuentan con de piso de tierra.

Esta localidad registra dos valores del suelo, el que se ubica como precio máximo en $186.00/m² en la zona nororiente, y del lado noroccidente que presenta un precio de $95.00/m²; la localidad no presenta en su mayoría datos del valor del suelo en la zona sur y centro-norte.

En cuanto a servicios económicos, la localidad de San Sebastián se maneja en esquemas comerciales, preponderantemente de comida, con una muy reducida participación de actividades de construcción y fabricación.

Los servicios sociales de San Sebastián se distinguen por la presencia de escuelas de educación básica, clínicas, iglesias y templos, como se puede ver en el mapa IV.2.5. La localidad presenta un comportamiento de la población económicamente activa semejante al caso anterior.

En el caso de San Juan Acateno, con 4,481 habitantes, predominan manzanas con una población de 101 y 300 habitantes, como se observa en el mapa IV.2.1, y se observan diseminadas por todo el territorio de la localidad, manzanas con menos de 100 habitantes y al occidente de la mancha urbana se observa un mínimo territorio ocupado por manzanas con población entre 301 y 500 habitantes. Cabe mencionar que en esta localidad se registran dos pequeños núcleos para los que no se cuenta con registro de densidad, pero que por su tamaño no son significativos para el análisis de distribución poblacional.

En relación a las características de la vivienda de esta localidad urbana, en donde se tienen contabilizadas un total de 952, prevalecen viviendas sin drenaje y se ubican otras viviendas de piso de tierra; asimismo, se observa que hay entre 6.1 y 9.0% de viviendas con más de tres personas por cuarto.

Para la zona urbana de San Juan Acateno, coincide con los mismos valores que la zona urbana de San Sebastián, es decir que presenta valores del suelo de $186.00/m² y $95.00/m², además de ubicarse en el extremo norte-occidente un núcleo sin datos de valores;

esta localidad urbana presenta en la zona occidente un territorio muy reducido con precio de $390.00 pesos/m2.

En materia de servicios de comercio, en la localidad prevalecen los servicios de comida, construcción y fabricación, mientras que los servicios sociales se enfocan mayormente en escuelas de educación básica, iglesias y templos, así como clínicas (mapa IV.2.5).

Finalmente, la PEA de la localidad de San Juan Acateno se divide en porcentajes que van desde el 40% hasta el 60.0% de la población en proporciones similares del total del territorio, con una mayoría de hombres y una minoría de mujeres como trabajadores activos.

La zona urbana de Atoluca presenta del lado occidente de su territorio, una franja vertical de norte a sur que reúne la mayor densidad poblacional de la localidad, pues registra los rangos más elevados, con una población entre 501 y más de 700 habitantes, mientras que la zona oriental tiene una densidad menor, y presenta una variación de categorías de manzanas ubicadas sobre todo entre los 301 y 500 habitantes, en menor medida le siguen zonas con manzanas de menos de 100 habitantes y por último un mínimo de manzanas entre 301 y 500 habitantes. En relación a las características de la vivienda de esta localidad se observa que entre 3.1 y 6.0% de las viviendas presentan más de tres personas por cuarto, y en su mayoría no cuentan con drenaje ni agua y tienen piso de tierra.

A diferencia de las anteriores localidades urbanas, Atoluca presenta una variación en los precios: mientras que en la zona norte y occidente no se presentan datos valorativos, en el oriente presenta un costo mínimo de $95.00/m^2, en la zona centro-norte y hacia el sur se eleva el precio a $132.00 y $186.00 pesos/m^2; únicamente en un pequeño territorio de la zona centro y otra en el extremo sur se identifica un costo de $390.00/m^2, cabe resaltar que este último colinda con la colonia San Andrés, perteneciente a la localidad urbana de Teziutlán, cuya colonia presenta el mismo valor del suelo.

En Atoluca prevalecen los servicios de comercio en general, comida, construcción y fabricación, presentando un comportamiento similar a las anteriores localidades urbanas respecto de los servicios sociales, con una fuerte presencia de escuelas de educación básica, iglesias y templos.

La PEA de Atoluca se distingue porque en la mayor parte de su territorio se ubica entre 50.1 y 60.0% de la población, presentando variaciones a la baja en el extremo norte de la localidad, mientras que la variación a la alta se localiza al occidente de esta zona, en la cercanía con la zona urbana de Teziutlán.

Teziutlán es la más grande de todas las zonas urbanas del municipio, tanto en extensión territorial como en número de habitantes. Cuenta con seis colonias, de las cuales Lomas de Ayotzingo y San Andrés están ubicadas en el norte, y la colonia La Gloria está ubicada en la zona centro-occidente; estás tres colonias presentan registros de las manzanas cuya población se aglomera en mayor cantidad, es decir que están más densamente pobladas, mostrando una variación que va desde los 301 y 500 habitantes; 501 y 700 habitantes y más de 700 habitantes.

Las colonias La Aurora, Juárez, Francia y Xoloco presentan una densidad de población entre media y baja, es decir, la población por manzana varía desde menos de 100 habitantes; entre 101 y 300, hasta 301 y 500 habitantes. En términos generales la zona urbana de Teziutlán presenta una variación de categorías de población por manzana en donde son mayormente visuales las de menos de 100 personas a lo largo del territorio, y en la zona norte se aprecian las que están mayormente pobladas (mapa IV.2.1).

Teziutlán tiene un estimado de 15,681 viviendas habitadas y presenta una variación en las características de las AGEB urbanas, es decir en las colonias ubicadas en la zona centro y norte como son La Aurora y Lomas de Ayotzingo en donde entre 6.1 y 9.0% de las viviendas tienen más de tres personas por cuarto, mientras que San Andrés y La Gloria cuentan con menos de 3% de viviendas con más de tres personas por cuarto. Para el caso de las colonias ubicadas en la zona centro-sur como son: Juárez, Francia y Xoloco coinciden en las características de las AGEB en donde hay entre 3.1 y 6.0% de viviendas con más de tres personas por cuarto. En relación a las características de la vivienda en Teziutlán se presentan mayormente con piso de tierra, sin agua entubada, sin drenaje y sin bienes y, en menor medida, sin luz eléctrica y sin excusado.

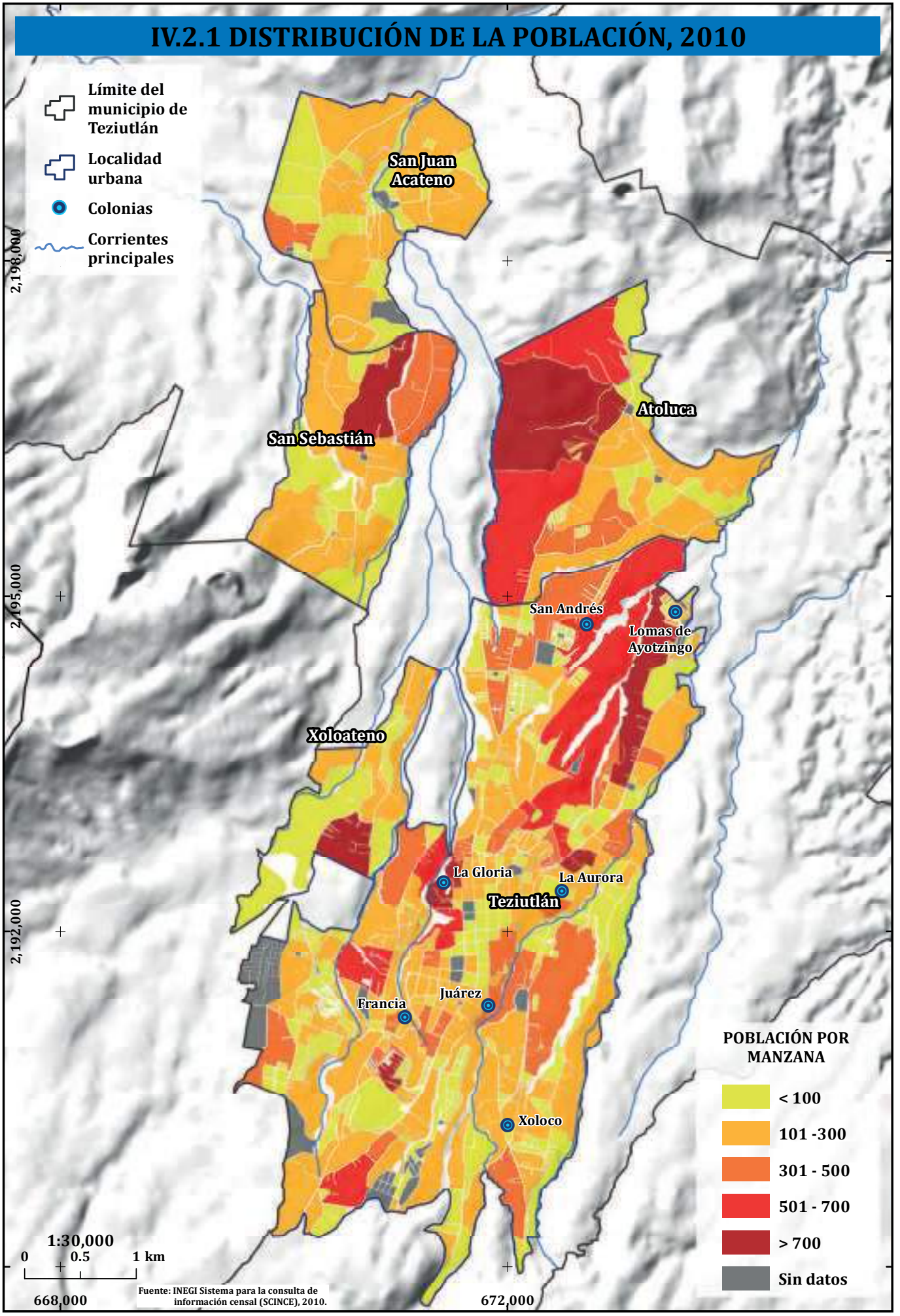
Teziutlán presenta los más altos valores del suelo: la zona con valores más bajos corresponde al precio de $186.00/m2, la cual se ubica en algunas zonas periféricas de Teziutlán, sobre todo en los extremos nororiente, suroriente y suroccidente. Los precios prevalecientes en la mayor parte del territorio, tanto en la zona norte, sur, oriente y occidente son los correspondientes a $332.00/m2 y $390.00/m2; únicamente el centro de Teziutlán eleva sus valores al punto máximo como son $1,307.00/m2 y 1,476.00/m2.

Teziutlán presenta una diversidad de servicios como lo exigen las grandes zonas urbanas las cuales se concentran en la zona centro de la localidad: comercio en general, hospedaje, comida, construcción y fabricación, además de banca, créditos y seguros, (mapa IV.2.4).

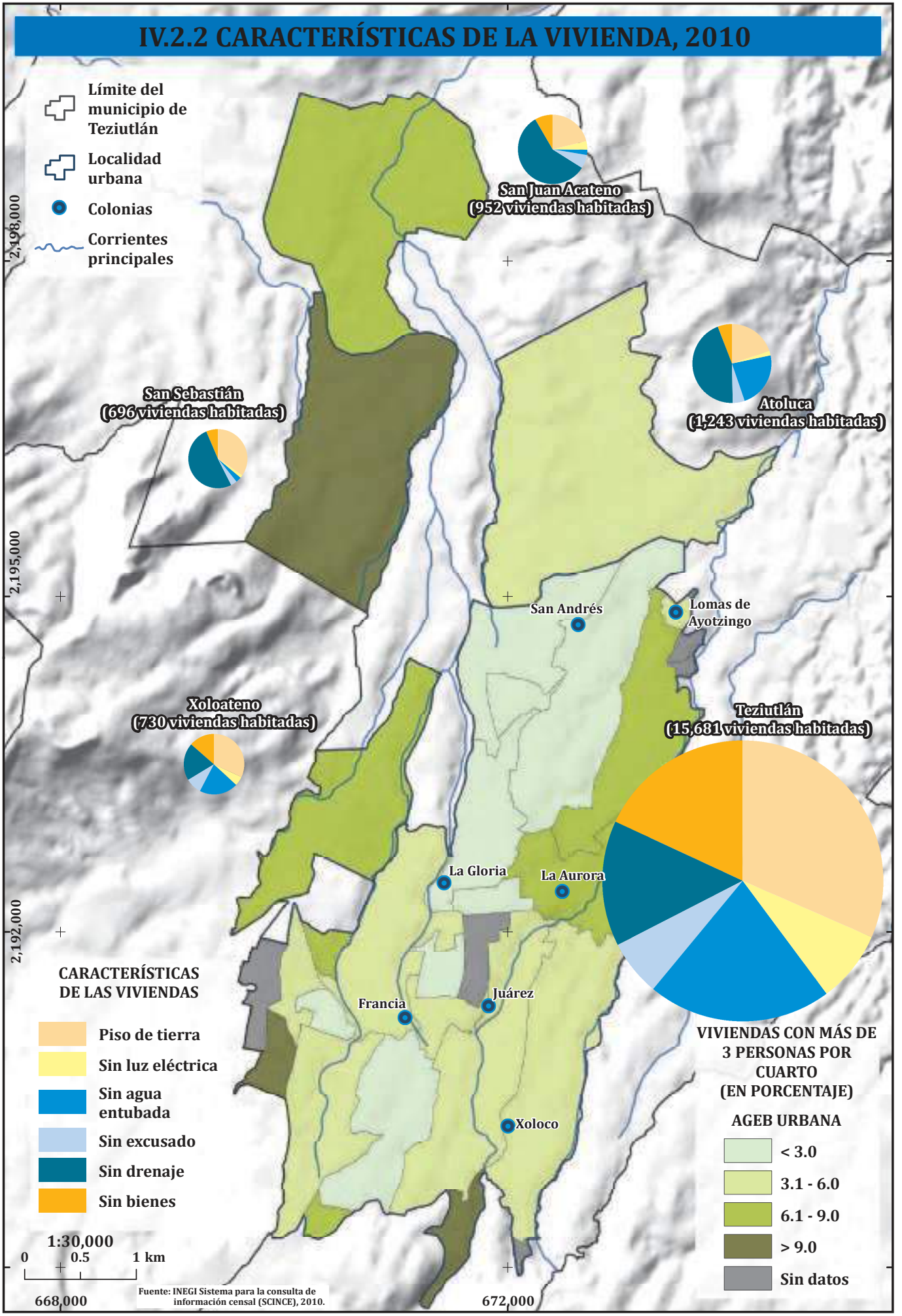
Los servicios sociales como centros educativos de todos los niveles, hospitales, clínicas (públicas y privadas), así como iglesias y templos, en su mayoría están concentrados en Teziutlán como se puede apreciar en el mapa IV.2.5. Las colonias más beneficiadas de estos servicios son: La Aurora, Juárez, Gloria y Francia, ubicadas en el centro de la zona urbana. En el norte en las colonias Lomas de Ayotzingo y San Andrés se cuenta con algunos servicios pero en menor medida, como son iglesias, clínicas médicas y centros educativos de diferentes niveles de educación básica. En el caso de la colonia Xoloco, ubicada en la zona sur, cuenta los servicios sociales correspondientes a escuela básica y servicios médicos, además de religiosos.

Finalmente, la PEA de las cinco localidades urbanas es representativa con un porcentaje entre 50.1 y 60.0% de la población, sobre todo en la zona urbana de Teziutlán (mapa IV.2.6). Siguiendo con el ejemplo de Teziutlán, este muestra en algunas zonas de la parte central de su territorio, como las colonias Xoloco, Francia, Juárez y La Gloria, a una población mayor del 60% económicamente activa. Asimismo, en relación a las personas económicamente activas por AGEB sobresale la participación de los hombres en las cinco localidades urbanas del municipio de Teziutlán.

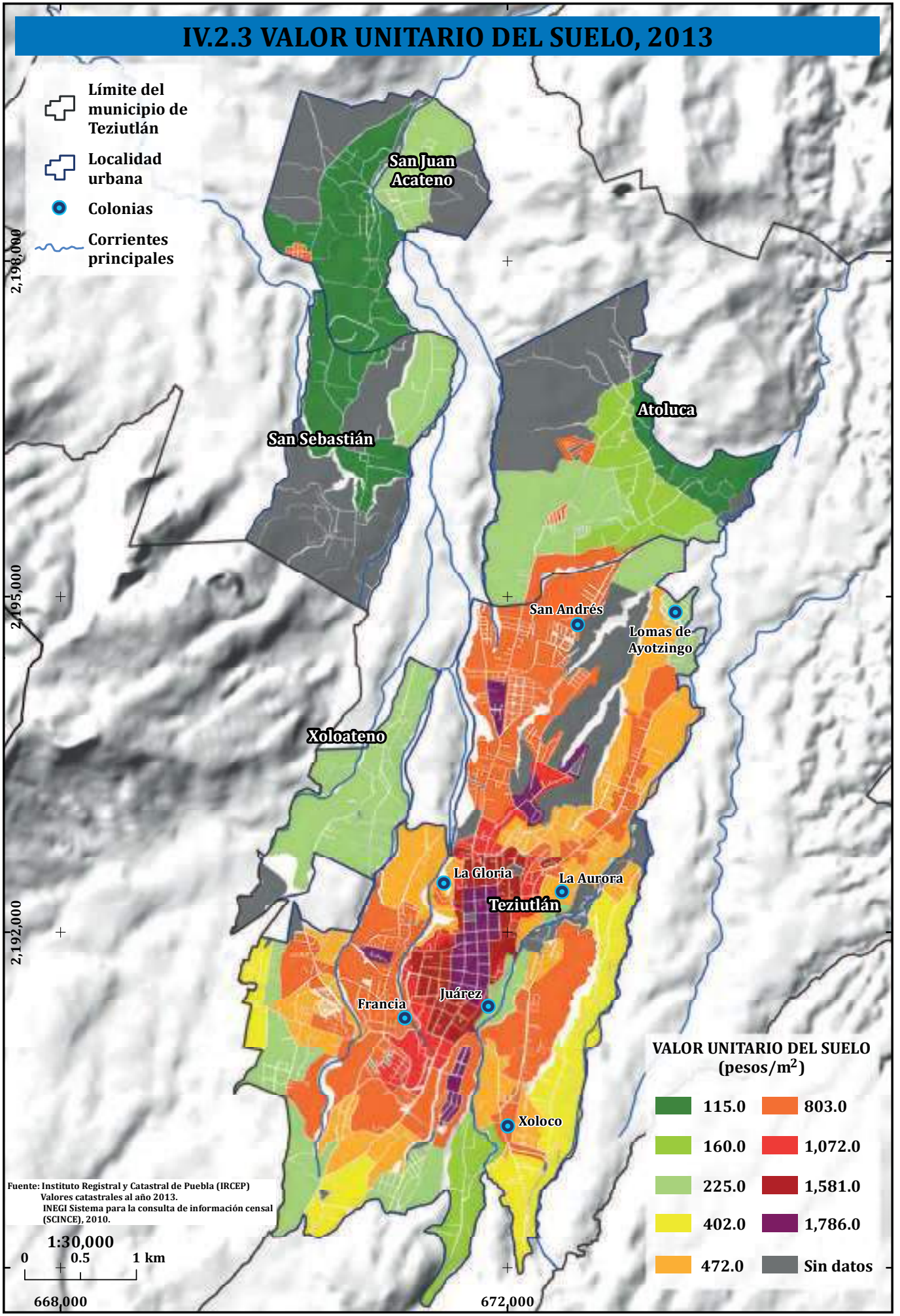
IV.2.1 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN, 2010



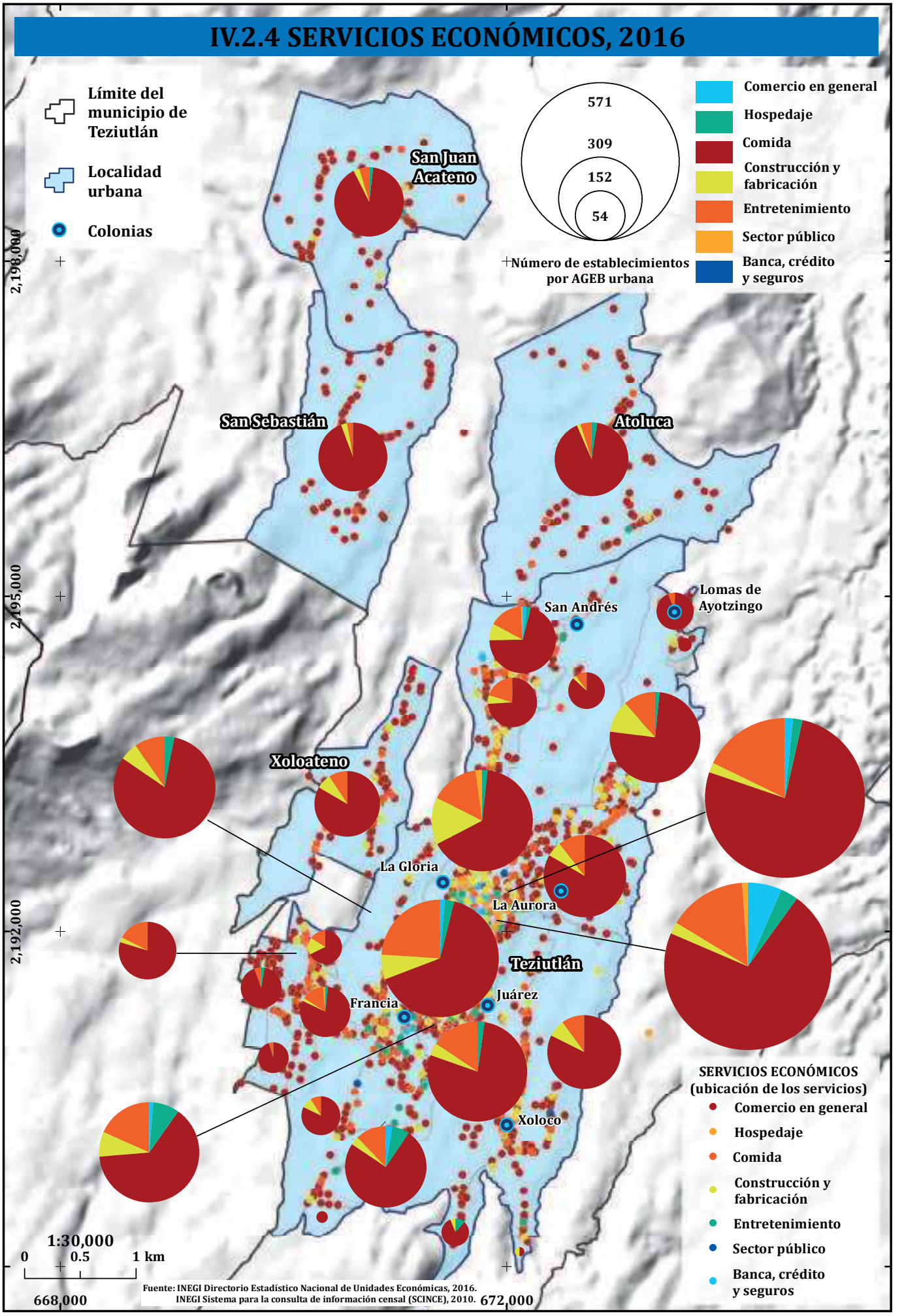
Fuente: INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.


IV.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA, 2010
Límite del municipio de Teziutlán
Localidad urbana
Colonias
Corrientes principales
San Juan Acateno (952 viviendas habitadas)
San Sebastián (696 viviendas habitadas)
Atoluca (1,243 viviendas habitadas)
San Andrés
Lomas de Ayotzingo
Xoloateno (730 viviendas habitadas)
Teziutlán (15,681 viviendas habitadas)
La Gloria
La Aurora
Francia
Juárez
Xoloco
2,198,000
2,195,000
2,192,000
668,000
672,000
CARACTERÍSTICAS DE LAS VIVIENDAS
Piso de tierra
Sin luz eléctrica
Sin agua entubada
Sin excusado
Sin drenaje
Sin bienes
VIVIENDAS CON MÁS DE 3 PERSONAS POR CUARTO (EN PORCENTAJE)
AGEB URBANA
< 3.0
3.1 - 6.0
6.1 - 9.0
> 9.0
Sin datos
1:30,000
0 0.5 1 km
Fuente: INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

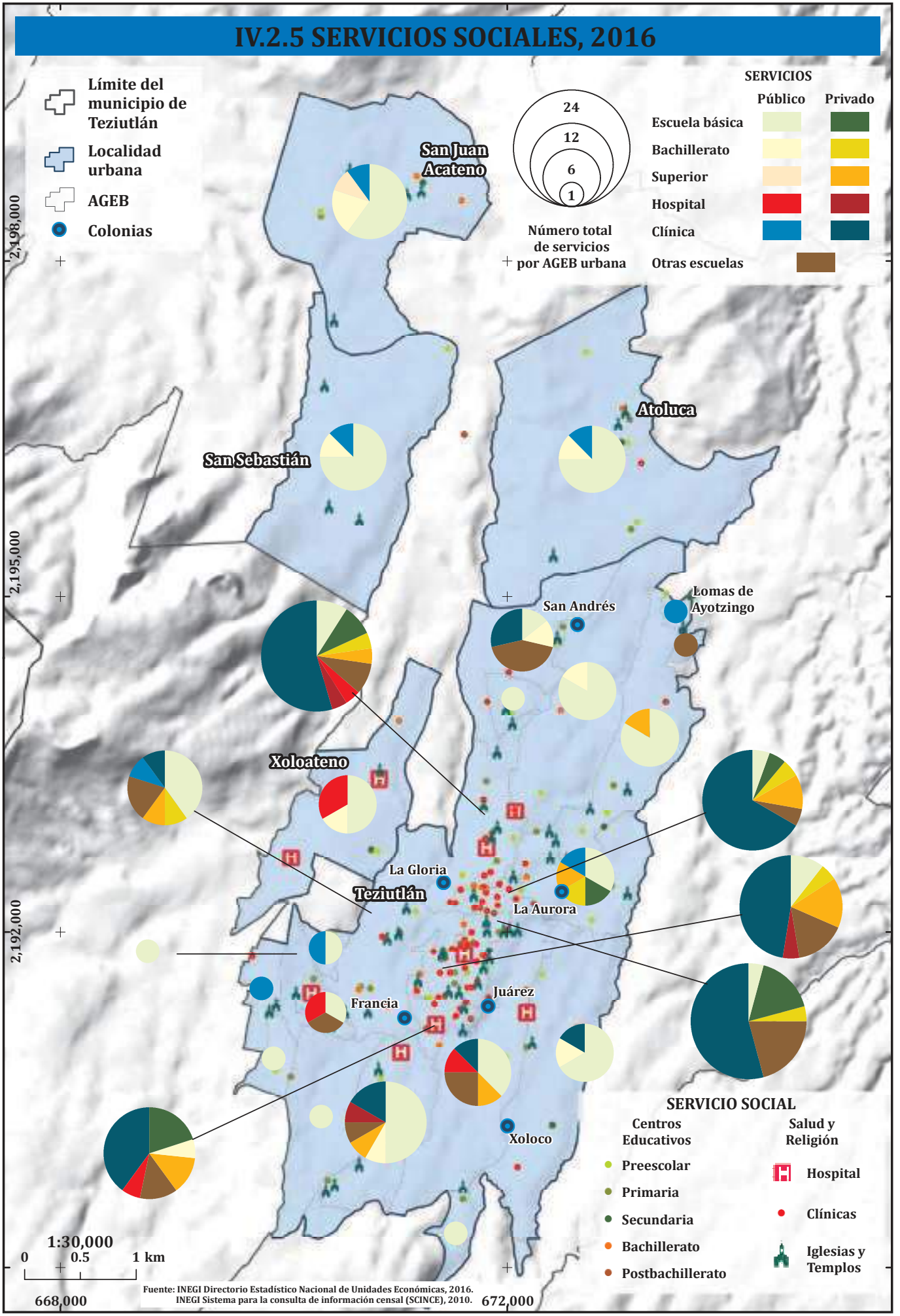
IV.2.3 VALOR UNITARIO DEL SUELO, 2013

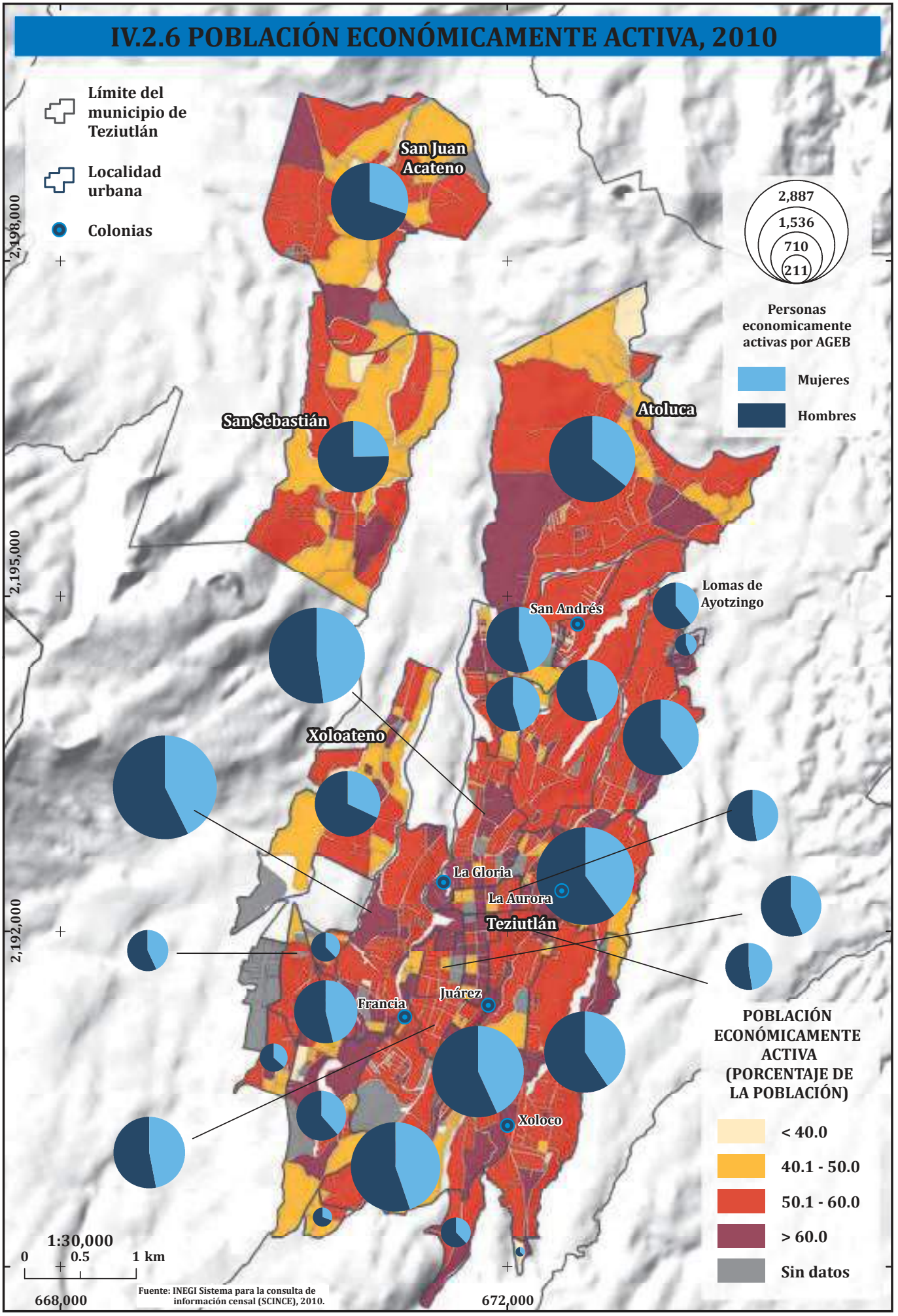


IV.2.4 SERVICIOS ECONÓMICOS, 2016



Fuente: INEGI Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, 2016.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.


IV.2.5 SERVICIOS SOCIALES, 2016
Límite del municipio de Teziutlán
Localidad urbana
AGEB
Colonias
24
12
6
1
Número total de servicios por AGEB urbana
SERVICIOS
Público
Privado
Escuela básica
Bachillerato
Superior
Hospital
Clínica
Otras escuelas
San Juan Acateno
San Sebastián
Atoluca
San Andrés
Lomas de Ayotzingo
Xoloateno
La Gloria
Teziutlán
La Aurora
Juárez
Francia
Xoloco
2,198,000
2,195,000
2,192,000
668,000
672,000
SERVICIO SOCIAL
Centros Educativos
Preescolar
Primaria
Secundaria
Bachillerato
Postbachillerato
Salud y Religión
Hospital
Clínicas
Iglesias y Templos
1:30,000
0
0.5
1 km
Fuente: INEGI Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, 2016.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.


IV.2.6 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA, 2010
Límite del municipio de Teziutlán
Localidad urbana
Colonias
San Juan Acateno
San Sebastián
Atoluca
Lomas de Ayotzingo
San Andrés
Xoloateno
La Gloria
La Aurora
Teziutlán
Juárez
Francia
Xoloco
2,887
1,536
710
211
Personas economicamente activas por AGEB
Mujeres
Hombres
POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN)
< 40.0
40.1 - 50.0
50.1 - 60.0
> 60.0
Sin datos
2,198,000
2,195,000
2,192,000
668,000
672,000
1:30,000
0
0.5
1 km
Fuente: INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

IV.4c Factores inductores del riesgo de desastre por inestabilidad de laderas

Irasema Alcántara Ayala, Manuel Suárez Lastra, Gustavo G. Garza Merodio, Naxhelli Ruiz Rivera, Ricardo J. Garnica Peña, M. Octavio Salazar Oropeza, Arturo Méndez Martínez y Javier Delgado Campos

El conocimiento histórico sobre el riesgo es un elemento fundamental para su comprensión. Si bien el riesgo se produce a partir de la interacción de amenazas y vulnerabilidades en momentos específicos, la producción cada uno de estos componentes tiene lugar en distintas escalas temporales. De forma particularmente relevante para el caso de México, en el análisis de riesgo como campo de conocimiento se han generado diversos estudios clásicos sobre la construcción socio-histórica de los desastres (García, 1992; García, 1996), esto ha conllevado a la realización de múltiples estudios específicos con una visión retrospectiva de la construcción del riesgo (Padilla, 2015; Ley y Calderón, 2008; y de la Cruz y Martín del Pozzo, 2009).

Entre los muchos aportes de esta literatura, uno de los más relevantes está en la comprensión tanto de las permanencias como de las transformaciones en elementos culturales, políticos y económicos que constituyen formas específicas de vulnerabilidad social. En este tenor, una mirada al pasado reciente de Teziutlán se inserta en este campo de conocimiento y constituye un aporte relevante para la comprensión de la vulnerabilidad asociada a la urbanización en áreas susceptibles a procesos de remoción en masa.

En sus primeros siglos de vida, la ciudad de Teziutlán, a diferencia de otros asentamientos de la Sierra Norte de Puebla (Oliva et al., 2011), no presentó eventos significativos de procesos de remoción en masa directamente en el asentamiento humano; el paraje conocido como Teciuhyo-Tepetzintlan en el que se fundó en 1552 la actual ciudad de Teziutlán (Olazo, 2000), por sus características geológicas y morfológicas no era altamente susceptible a los deslizamientos de laderas; si bien Teziutlán constituía un centro regional, la política de congregación de la población indígena mantenía asentamientos poco densos y dispersos en los cuales hay escasos registros históricos de desastres.

Durante la segunda mitad del siglo XIX la región vivió una expansión del horizonte agrícola en las tierras bajas de los estados de Puebla y Veracruz, la cual generó que Teziutlán comenzara a ser un centro urbano a escala regional e interregional, con la fundación de nuevos asentamientos en las zonas susceptibles a deslizamientos. Los hacendados y sus familias que fueron parte de ese proceso de producción de monocultivos para la exportación, fijaron su residencia en esta ciudad de clima templado. Como consecuencia de ello, a lo largo del siglo pasado Teziutlán se convirtió en un centro de servicios bancarios, educativos y de salud; en este proceso de consolidación, también jugó un papel importante la producción minera de la comarca y la llegada del ferrocarril.

Teziutlán siguió en primera instancia la misma dinámica que la mayor parte de las urbes históricas mexicanas: primero densificaron sus cascos urbanos heredados del virreinato y el siglo XIX, antes de iniciar su proceso de expansión urbana sobre suelo urbano nuevo. En el caso de Teziutlán, dicha dinámica de densificación se prolongó en buena medida hasta fines de la década de 1950, de acuerdo a los volúmenes 36 (1949-1950) al 50 (1959) de la Notaría Pública de la ciudad; ello, a pesar del impulso económico y de desarrollo urbano que significó la adquisición de propiedades por parte de la familia Ávila Camacho y del nodo carretero en que se convirtió Teziutlán por su posición estratégica entre las montañas y las tierras bajas del centro de Veracruz (carreteras federales Puebla-Teziutlán vía Tlatlauquitepec, Perote-Teziutlán y Teziutlán-Nautla).

La familia Ávila Camacho tuvo un papel relevante en la integración de propiedades rústicas al suelo urbano, que fueron propiedad de los miembros de dicha familia; asimismo, ellos fueron actores relevantes en la consolidación del área central de la ciudad por la gran cantidad de inversiones inmobiliarias que realizaron en la época. La consolidación de Teziutlán como centro regional también puede ser reconocida al analizarse la evolución demográfica de esta ciudad a lo largo de estas décadas intermedias del siglo XX. Los censos de 1930 y 1940 muestran un ligero decrecimiento de la población de poco más de cien personas, mientras que en el auge del avilacamachismo entre 1940 y 1950, la población se incrementó en 3.8% anualmente, para luego tener un aumento más modesto entre 1950 y 1960, de alrededor del 2% anual (INEGI, 1930, 1940, 1950 y 1960). Sin embargo, un indicio de que incluso en esta época de auge, hacia la década de 1950, la mayor parte de la población de Teziutlán no era todavía tan vulnerable a procesos de remoción en masa como consecuencia de fuertes excesos hídricos. El huracán Janet, uno de los más poderosos que se hayan formado en el Atlántico y que tocó tierra sobre el litoral central veracruzano en septiembre de 1955, dio lugar al destrozo de carreteras y aislamiento de poblaciones, así como al desabasto de alimentos, pero no hubo una sola pérdida de vidas humanas (Olazo, 2000).

El mapa IV.3.1 es una reconstrucción, vialidad por vialidad, de la extensión y los límites de la traza urbana de Teziutlán hacia 1954, justo en la época en la que inicia la expansión de la ciudad sobre áreas recién incorporadas y altamente susceptibles a la ocurrencia de deslizamientos. En ellas, el factor determinante para la ubicación de los asentamientos humanos fue un contexto político-económico favorable para el crecimiento urbano. La información que se muestra aquí es la delimitación de las Secciones urbanas ya incorporadas a la ciudad en 1954 sobre una fotografía aérea de la época, que fue complementada con referencias procedente del Archivo de Notarías del estado de Puebla, gracias al cual es posible determinar que el Barrio del Carmen formaba también parte del área urbana en esa época.

De acuerdo con información procedente del Archivo Municipal de Teziutlán (acervo que carece de catalogación), durante la década de 1950, las juntas auxiliares del municipio eran cinco: Atoluca, San Sebastián, San Diego, San Juan Acateno y Mexcalcuautla. La división político administrativa documentada a partir de los datos procedentes del ramo de Gobernación del municipio de Teziutlán, muestran claramente que estas comunidades no eran todavía parte del área urbana. Sin embargo, en esta época se sientan las bases para la ocupación urbana sobre los suelos inestables contiguos al área consolidada, como la creación de nuevos barrios y colonias en los predios rústicos de las juntas auxiliares (mapa IV.3.1).

En la segunda mitad del siglo XX y los albores del XXI, el crecimiento de la población, y el consecuente cambio de uso del suelo y el proceso de urbanización han ocasionado una fuerte presión sobre los recursos y el establecimiento de asentamientos humanos en áreas potencialmente inestables. Por ende, es importante establecer una política de gestión integral del riesgo de desastre para el municipio (ver Sección Lineamientos de aplicación de política pública para la RRD por PRM) que considere la urgencia de contar con un plan de ordenamiento territorial. Dada la naturaleza abrupta del municipio, la configuración espacial de la zona urbana y sus líneas vitales (mapa IV.3.2) son focos de atención para dicho ordenamiento pues de manera adicional a su papel en la vida cotidiana de la comunidad, pueden jugar un papel determinante en la respuesta durante un desastre (ver mapa III.3.7). En Teziutlán existen 68 clínicas y nueve hospitales, la mayor parte de ellos -65 clínicas y siete hospitales-, están centralizados en la cabecera municipal. Las otras localidades que cuentan con este servicio son Xoloateno, donde existen dos hospitales, y Atoluca, San Juan Acateno, y San Sebastián, con una clínica. La información detallada a este respecto se puede consultar en la Sección III 3.C y en el mapa III.3.6.

El municipio cuenta también con 132 escuelas (ver mapa III.3.4), las cuales con frecuencia suelen ser usadas como albergues en caso de emergencia. En la cabecera municipal se concentran 105 centros educativos, 50 privados y 55 públicos, y cubren todos los niveles educativos. En San Juan Acateno hay nueve escuelas, seis de ellas de

educación básica (incluye preescolar, primaria y secundaria), dos de bachillerato y una de nivel superior. Tanto las localidades de Atoluca como San Sebastián cuentan con siete centros educativos cada una de ellas, seis de nivel básico y uno de bachillerato, mientras que en Xoloateno hay cuatro, tres centros de educación básica y uno a nivel bachiller. Sin embargo, no se cuenta con información puntual en relación a las características de la infraestructura y a su capacidad de aforo. Sería entonces de suma relevancia, contar con un padrón de escuelas y su caracterización en términos de exposición para poder garantizar la seguridad de los estudiantes y poder utilizar este tipo de infraestructura de manera óptima en caso de desastre.

Como se ha hecho referencia en el presente documento (ver Sección III.3b), derivado de la erupción de materiales de la Caldera de Los Humeros, la presencia de la Ignimbrita Xaltipán y de depósitos de caída juega un papel preponderante en la distribución espacial de la susceptibilidad a procesos de remoción en masa (ver mapa III.2.1). Con base en el análisis de susceptibilidad incluido en la Sección III.3b, se realizó el mapa IV.3.3, el cual se presenta en este apartado a nivel de manzanas urbanas. Para ello, fue necesario generalizar la información relacionada con los valores de susceptibilidad puntuales y representarlos a través de las manzanas como unidades espaciales. El total de manzanas que conforman la zona urbana, cuya información se encuentra disponible, asciende a 722 (INEGI, 2010). De acuerdo con el mapa IV.3.3, 296 manzanas urbanas se encuentran en áreas de alta susceptibilidad, 34 en media y 392 en la zona de baja susceptibilidad. Esto significa que hay un registro de población de 39,981, 1510 y 33,840 habitantes en cada una de las categorías antes mencionadas, cifras que corresponden a valores del 53%, 2% y 45% del total de la población incluida en el Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI) respectivamente. Un gran porcentaje de las manzanas urbanas consideradas como de baja susceptibilidad se encuentran localizadas en el centro de Teziutlán, es decir, en sitios donde los asentamientos fueron desarrollados en materiales más resistentes que sus zonas aledañas (ver mapa III.2.1).

A partir de la información contenida en el mapa IV.3.3, se presenta en la cartografía subsecuente una serie de relaciones con diversos factores de vulnerabilidad y exposición con la finalidad de entender de mejor forma el riesgo por inestabilidad de laderas en el sector urbano del municipio. Este análisis no pudo hacerse extensivo a las áreas consideradas como rurales debido a la ausencia de información.

Para poder establecer estrategias de reducción de riesgo de desastre es fundamental conocer la población que está expuesta a las amenazas, en este caso, a la inestabilidad de laderas.

El mapa IV.3.4 se elaboró a partir del cálculo del área de las manzanas urbanas (en hectáreas) y el número de habitantes registrados. Se establecieron rangos de densidad de población y se categorizaron como alta (A), media (M) y baja (B). Estas categorías se combinaron con las clases utilizadas en el mapa de susceptibilidad (IV.3.3) para poder ser representadas cartográficamente. Del total de las manzanas, 188 se clasifican en la zona de alta densidad de población en áreas potencialmente inestables, es decir, se ubican en zonas de alta susceptibilidad y densidad de población alta o media, o bien de alta densidad y media susceptibilidad. La población que habita esta zona es de 25,480 personas, lo cual equivale al 34% de la población total registrada en las manzanas de la zona urbana (Censo 2010). La zona de densidad media de población en zonas con problemas potenciales de inestabilidad de laderas está conformada por 278 manzanas. Estas corresponden a valores de alta densidad y baja susceptibilidad, de baja densidad y alta susceptibilidad, o bien de densidad y susceptibilidad media. Esta zona es habitada por 31,505 personas, es decir, el 42% del total. El área que fue clasificada como de baja densidad de población en áreas potencialmente inestables está integrada por 256 manzanas, esto quiere decir que son manzanas categorizadas como de media densidad de población y baja susceptibilidad, y de baja densidad y susceptibilidad media y baja. En ella habitan 18,346 personas, el equivalente al 24% de la población total de la zona urbana en el año 2010.

Para la realización del mapa IV.3.5 se utilizaron tres variables: porcentaje de viviendas particulares habitadas con piso de tierra, sin drenaje y con tres o más ocupantes por cuarto. Cada variable se clasificó en tres categorías de acuerdo con los valores existentes (piso de tierra: bajo 0%, medio de 0.1 a 13%, y alto más de 13%; sin drenaje: bajo 0%, medio de 0.1 a 33%, alto más de 33%; hacinamiento: bajo 0%, medio de 0.1 a 8%, y alto más de 8%). Se hizo un cruce de variables y se establecieron categorías de exposición de viviendas como alta (A), media (M) y baja (B). Cabe destacar que solo 336 manzanas contaban con la información necesaria para realizar dicho análisis. Los resultados obtenidos indican que 24 manzanas se encuentran en condiciones de baja exposición, mientras que 210 fueron clasificadas en zonas de exposición media y 86 en alta.

En el mapa IV.3.6 se presenta un análisis que permite conocer en qué grado la susceptibilidad a deslizamientos así como la percepción de riesgo tienen un efecto sobre los costos del suelo cuando se controla para la distancia al centro de Teziutlán. Adicionalmente se analiza en qué grado difieren el grado de susceptibilidad de la percepción de riesgo entre los habitantes muestreados. Se presenta un mapa de costo del suelo, susceptibilidad y percepción de riesgo.

De acuerdo con la teoría económica urbana clásica (Alonso 1964), la renta del suelo disminuye de manera inversamente proporcional al costo del transporte para llegar al centro de un área urbana. Es decir, que la renta del suelo disminuye de manera constante a medida que la distancia al centro aumenta. Diversos estudios (Deng et al. 2012; Case y Quigley 1991; Sheppard 1991, entre otros) han explorado aquellos factores intangibles que afectan el precio de la vivienda y que no son propiamente el tamaño del terreno, los metros cuadrados de construcción, la calidad de materiales o su estado de conservación. De esta forma distintos factores del entorno pueden afectar el precio de una vivienda.

El mapa IV.3.6 muestra los usos del suelo de Teziutlán, así como las viviendas muestreadas en la encuesta de percepción levantada (ver Sección III.3d y V.5b). Para cada vivienda se indica si se encuentra en un área de alta o baja susceptibilidad a deslizamientos pero también se indica la percepción de riesgo que cada encuestado dijo tener, categorizada, también, en alta y baja. Mediante este mapa se pretende ilustrar el grado en que la susceptibilidad, y la percepción de riesgo tienen un impacto sobre el valor del suelo.

Así, existen cuatro posibilidades: 1) Que una vivienda se halle en un área de alta susceptibilidad y que sus habitantes tengan la percepción de que se encuentran en un lugar con alto riesgo; 2) Que una vivienda se halle en un área de alta susceptibilidad pero que sus habitantes no perciban ese riesgo y lo consideren bajo; 3) Que una vivienda esté situada en un lugar de baja susceptibilidad y que sus habitantes lo perciban así; y, finalmente 4) que una vivienda se ubique en un lugar de baja susceptibilidad pero que sus habitantes perciban que están en un alto riesgo.

El escenario óptimo es uno en que no existen viviendas en lugares de alta susceptibilidad y la población habite en lugares de baja susceptibilidad, y que además lo perciba de esa forma. Sin embargo, ese escenario está fuera de la realidad. Para el caso de Teziutlán, 41% de las viviendas muestreadas se ubican en áreas de alta susceptibilidad a deslizamientos, pero además, 39% de los encuestados que viven en estas áreas, percibe que se encuentra en una situación de riesgo baja, cuando la realidad es lo contrario.

Quienes sí se consideran en riesgo, y que viven en áreas de alta susceptibilidad, en principio, tendrían que estar mejor preparados para una emergencia, aunque idealmente, no tendrían por qué estar habitando dichas áreas. En cambio, quienes viven en áreas de baja susceptibilidad, la percepción de riesgo –alta o baja– es posiblemente indistinta en términos de protección civil, dadas las pocas probabilidades de sufrir una emergencia por deslizamientos en su hogar.

Si en efecto, tanto la susceptibilidad como la percepción de riesgo tienen un impacto sobre los precios del suelo, significaría que aquellos lugares de baja susceptibilidad, pero de alta percepción de riesgo estarán subvaluados, y que en cambio, las viviendas ubicadas en lugares de alta susceptibilidad pero de baja percepción estarán sobrevaluadas. La Tabla 1 muestra la asociación entre ambas variables. Aun cuando en lugares de alta y baja susceptibilidad la percepción preponderante es alta y baja, respectivamente, hay una muy alta proporción de casos en todas las categorías de ambas variables que no corresponden entre sí. Estas inconsistencias, además de tener un efecto en términos de protección civil, podrían tener un efecto sobre la renta del suelo.

La Figura 1 muestra el costo del suelo en función de la susceptibilidad a deslizamientos. Mientras que en las áreas de susceptibilidad "alta" hasta la "media-baja" los costos promedio oscilan alrededor

Tabla 1. **Relación entre percepción de riesgo y susceptibilidad**

Baja	29	19	28	15	9	100
Media-Baja	22	22	22	22	12	100
Media- Alta	14	22	20	24	20	100
Alta	8	14	14	30	33	100
Total	73	77	84	91	74	

Fuente: Cálculos de los autores

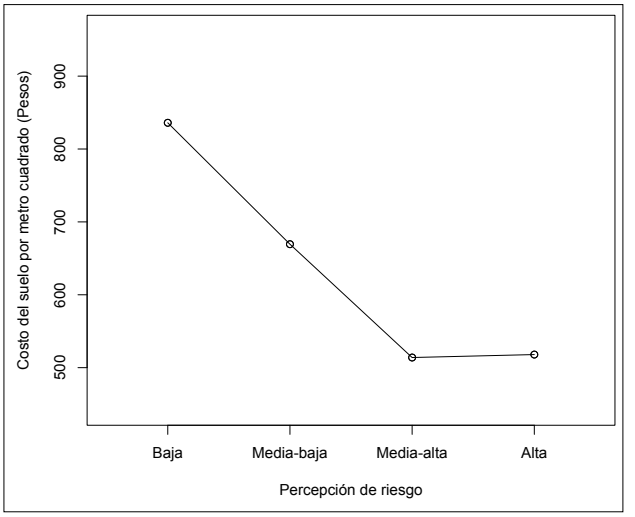


Figura 1. **Costo del suelo y susceptibilidad a deslizamientos**

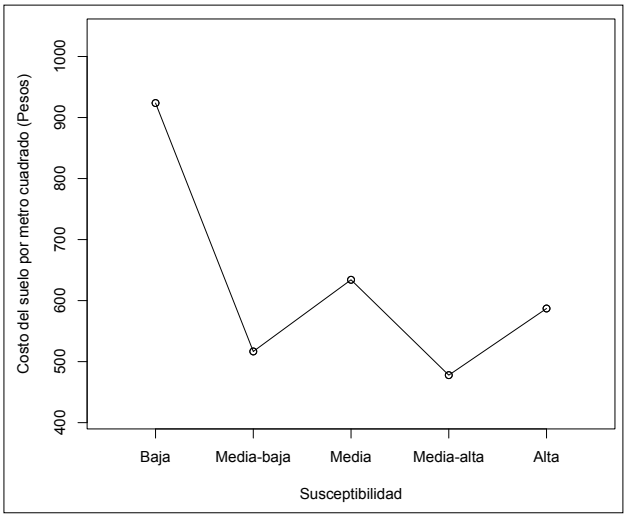


Figura 2. **Costo del suelo y percepción de riesgo**

de $600m2, en las áreas de susceptibilidad baja, el costo promedio asciende por arriba de los $900 m². Aunque se esperaría un descenso paulatino entre categorías, el comportamiento observado es, en general, el que se presenta.

En la Figura 2 se presenta un análisis similar, pero en este caso el costo está en función de la percepción de riesgo. En este caso se presenta un patrón muy parecido al anterior, y queda claro que a mayor percepción de riesgo el costo del suelo tiende a disminuir.

Ahora bien, dado que el comportamiento del costo del suelo es similar en relación a la susceptibilidad y la percepción del riesgo, pero sabiendo que estas dos últimas variables no están del todo relacionadas entre sí, la pregunta que surge es en qué medida afectan cada una el costo del suelo, cuando se toman de manera simultánea, mientras que la susceptibilidad disminuye el costo por metro cuadrado en $173 m², la percepción de riesgo alta lo disminuye en $78.5 m².

Teniendo lo anterior en cuenta, la interpretación del mapa IV.3.6 resulta más fácil. Hacia el oriente del centro se tiene un área de bajo costo, donde la susceptibilidad es alta pero la percepción baja, (posiblemente por la cercanía al centro). Hacia el sur de ese conglomerado de viviendas se encuentra otro de alta susceptibilidad y percepción. Debe observarse que aunque en general el patrón de costo con la distancia al centro disminuye, en esa área, aun siendo cercana al centro el costo disminuye al valor más bajo de Teziutlán, sin duda debido a los grados homogéneos de susceptibilidad y percepción. En el sureste de la ciudad, se tienen áreas de baja susceptibilidad, lo cual incide positivamente en los precios del suelo y se tiene el patrón de costo concéntrico esperado. En cambio hacia el norte, los patrones no son tan claros y en pequeñas áreas se tiene una combinación de grados de susceptibilidad y percepción distintos, con el resultado siendo, en general, costos medios del suelo.

La susceptibilidad a deslizamientos y la percepción del riesgo tienen un efecto negativo en los costos del suelo, aun cuando se controla para la distancia. Independientemente del grado de susceptibilidad, la percepción puede ser alta o baja, lo cual podría incidir en la capacidad de respuesta a una emergencia. El hecho de que la percepción tenga un efecto en el costo, significa que en las áreas susceptibles a deslizamientos y/o donde la percepción de riesgo es alta, el costo será menor, lo cual implica que serán posiblemente habitadas por familias de menor ingreso, que en principio son las más vulnerables y menos resilientes. Esto apoya la necesidad de tener planes de uso de suelo urbano que identifiquen los distintos tipos de áreas y que funcionen en beneficio los habitantes de localidades con alta susceptibilidad a distintos tipos de amenazas.

Finalmente, en el mapa IV.3.7 se presenta una visión más generalizada del nivel de riesgo de la población asentada en el área urbana del municipio con base en la información disponible de las Áreas Geo-estadísticas Básicas. De igual manera que todos los mapas de esta sección, su lectura e interpretación deben ser muy cuidadosas ya que el nivel de información empleado es muy heterogéneo.

La idea detrás de la realización de este mapa fue representar los tres aspectos que constituyen el riesgo de desastre: la amenaza, la vulnerabilidad y la exposición (ver apartado de Conclusiones para mayor información). La amenaza está representada por la susceptibilidad a la ocurrencia de deslizamientos, la vulnerabilidad por las condiciones de marginación de la población, y la exposición por las características de las viviendas (viviendas con piso de tierra, sin drenaje), el hacinamiento (viviendas con tres o más ocupantes por cuarto) y la densidad de la población.

La CONAPO señala que la marginación "es un fenómeno multidimensional y estructural que expresa en la falta de oportunidades y en la desigual distribución del progreso en la estructura productiva, lo que excluye a diversos grupos sociales, incidiendo en los niveles de bienestar y en la creación de capacidades, recursos y, por ende, en el desarrollo". El índice de marginación toma como base varios aspectos de índole socioeconómica que incluyen educación, vivienda, distribución de la población e ingresos monetarios. Los cinco grados de marginación manejados por la CONAPO son muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto.

Con la finalidad de compatibilizar el índice de marginación de la CONAPO con los análisis realizados para los mapas precedentes, las cinco categorías fueron reclasificados como bajo (B), medio (M) y alto (A). De los 31 AGEB que conforman el área urbana de análisis, cuatro no cuentan con información (120 habitantes, 0.2% del total de la población), 16 son de alta marginación, ocho se caracterizan por un nivel medio de marginación, y tres están considerados como de baja marginación. La población que habita estas áreas de alta, media y baja marginación es de 47,651, 22,171, y 5,389 habitantes respectivamente, lo que equivale al 63%, 29% y 7% del total. El número de viviendas localizadas en los AGEB de alto, medio y bajo nivel de marginación es de 11,467 (60%), 6,092 (32%), y 1,520 (8%), respectivamente. En los cuatro AGEB que no cuentan con información de marginación hay 31 viviendas (0.2% del total).

De acuerdo con los resultados obtenidos del cruce de las variables relacionadas con la amenaza, la vulnerabilidad y la exposición de la población, 13 de los 31 AGEB analizados se encuentran en la

categoría de alto riesgo, mientras que 12 están en el nivel medio y tan solo seis en el bajo. En los 31 AGEB está registrada una población de 75,331 habitantes, de la cual, el 67% se encuentra en condiciones de alto riesgo (50,651 habitantes), 21% en riesgo medio (15,576 personas), y 12% en riesgo bajo (9,104 habitantes).

En relación con las viviendas particulares habitadas localizadas en la zona urbana, de un total de 19,110 viviendas, 12,300 se encuentran en zonas de riesgo alto (64%), 5,058 en riesgo medio (27%), y tan solo 1,752 en riesgo bajo (9%).

A través del análisis de todos los mapas presentados en esta sección se pretende llamar la atención a uno de los problemas más críticos de Teziutlán que ha sido resultado de una construcción histórico-social: la ubicación de la población, especialmente -pero no exclusivamente- de escasos recursos en áreas potencialmente inestables. Esto está directamente relacionado con la falta de ordenamiento del territorio, el cual también incluye deforestación y degradación ambiental, por lo que al no existir normas ni códigos de edificación, es muy común practicar modos inseguros de construcción o de autoconstrucción (Figura 3) y realizar actividades que conllevan al deterioro del ambiente. La existencia de viviendas de autoconstrucción formadas por más de dos niveles y localizadas en zonas de barrancos inestables es la expresión más evidente de dicha problemática. Muchas de esas viviendas tienen piso de tierra, no poseen drenaje y sus niveles de hacinamiento son elevados. Estas condiciones de vulnerabilidad y exposición derivan de los procesos de marginación, de la falta de acceso a procedimientos e insumos o materiales de construcción acordes con el contexto geológico y geomorfológico del municipio, y por supuesto, están estrechamente relacionados con las características de las viviendas y el mercado inmobiliario, especialmente con los precios de la vivienda y la renta del suelo. Es así entonces que en el caso del impacto potencial de los deslizamientos en Teziutlán, las manifestaciones más importantes de la vulnerabilidad de la población están expresadas en la localización de los asentamientos humanos, es decir, su exposición, así como en la inseguridad estructural de sus edificaciones, la falta de recursos económicos, la exclusión de gran parte de la comunidad de los beneficios del desarrollo y de la ausencia de una sociedad organizada con miras a la autoprotección. De manera institucional, la vulnerabilidad se vincula con la falta de marcos legales y normativos relacionados con el manejo del territorio, la necesidad urgente de transversalidad de las políticas públicas de las instancias encargadas de la planeación, el desarrollo, el uso del suelo y los recursos, y por ende con la inexistencia de una Gestión Integral del Riesgo de Desastre.

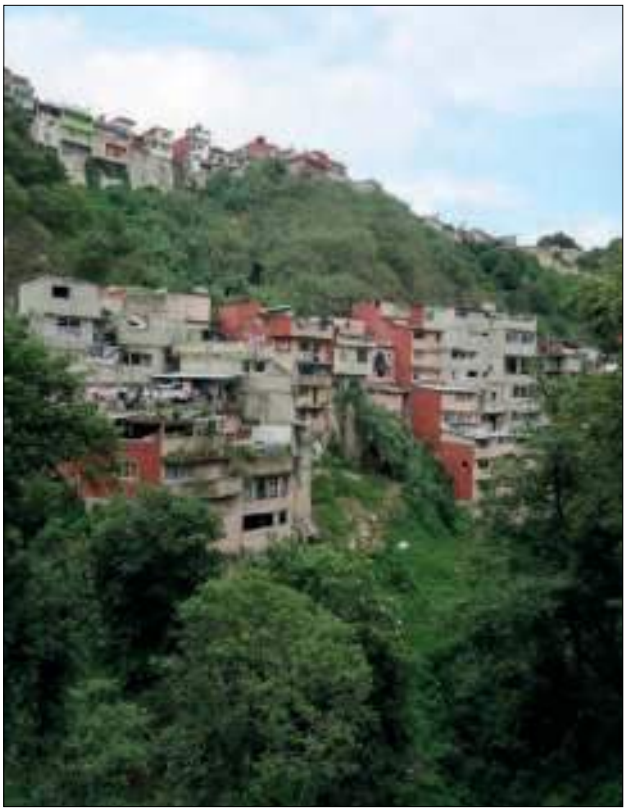


Figura 3. **Exposición de la población a la ocurrencia de deslizamientos en áreas potencialmente inestables.**

FUENTES

Archivo Municipal de Teziutlán (sin catalogación).

Archivo de Notarías del estado de Puebla. Notaría Pública de Teziutlán, volúmenes 36 (1949-1950) al 50 (1959).

INEGI, censos generales: 1930, 1940, 1950 y 1960. Volúmenes resguardados en la Biblioteca del Instituto de Geografía-UNAM.

Bin, O., & Polasky, S. (2004). Effects of flood hazards on property values: evidence before and after Hurricane Floyd. Land Economics, 80, 4:490-500.

Case, Bradford y John M. Quigley (1991). The Dynamics of Real Estate Prices, *The Review of Economics and Statistics*, 73, 1:50-58.

CONAPO, [http://www.gob.mx/conapo].

Daniel, Vanessa E; Raymond J. G. M. Florax, Piet Rietveld (2009) Flooding risk and housing values: An economic assessment of environmental hazard, *Ecological Economics*, 69, 2:355-365.

de la Cruz, S. y Martín del Pozzo, A. (2009). The 1982 eruption of El Chichón volcano, Mexico: Eyewitness of the disaster. *Geofísica Internacional*, 48, 1:21-31.

Deng, Yongheng; Zhiliang Li, John M. Quigley (2012), Economic returns to energy-efficient investments in the housing market: Evidence from Singapore, *Regional Science and Urban Economics*, 42, 3:506-515.

García, V. (1992). *Estudios históricos sobre desastres naturales en México. Balance y perspectivas*. México: CIESAS.

García, V. (1996). *Historia y desastres en América Latina*. México: CIESAS, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina

Gawande, K., & Jenkins-Smith, H. (2001). Nuclear waste transport and residential property values: estimating the effects of perceived risks. *Journal of Environmental Economics and Management*, 42, 2:207-233.

Ley, J. y G. Calderón (2008). De la vulnerabilidad a la producción del riesgo en las tres primeras décadas de la ciudad de Mexicali, 1903-1933. Región y Sociedad, 20, 41:145-173.

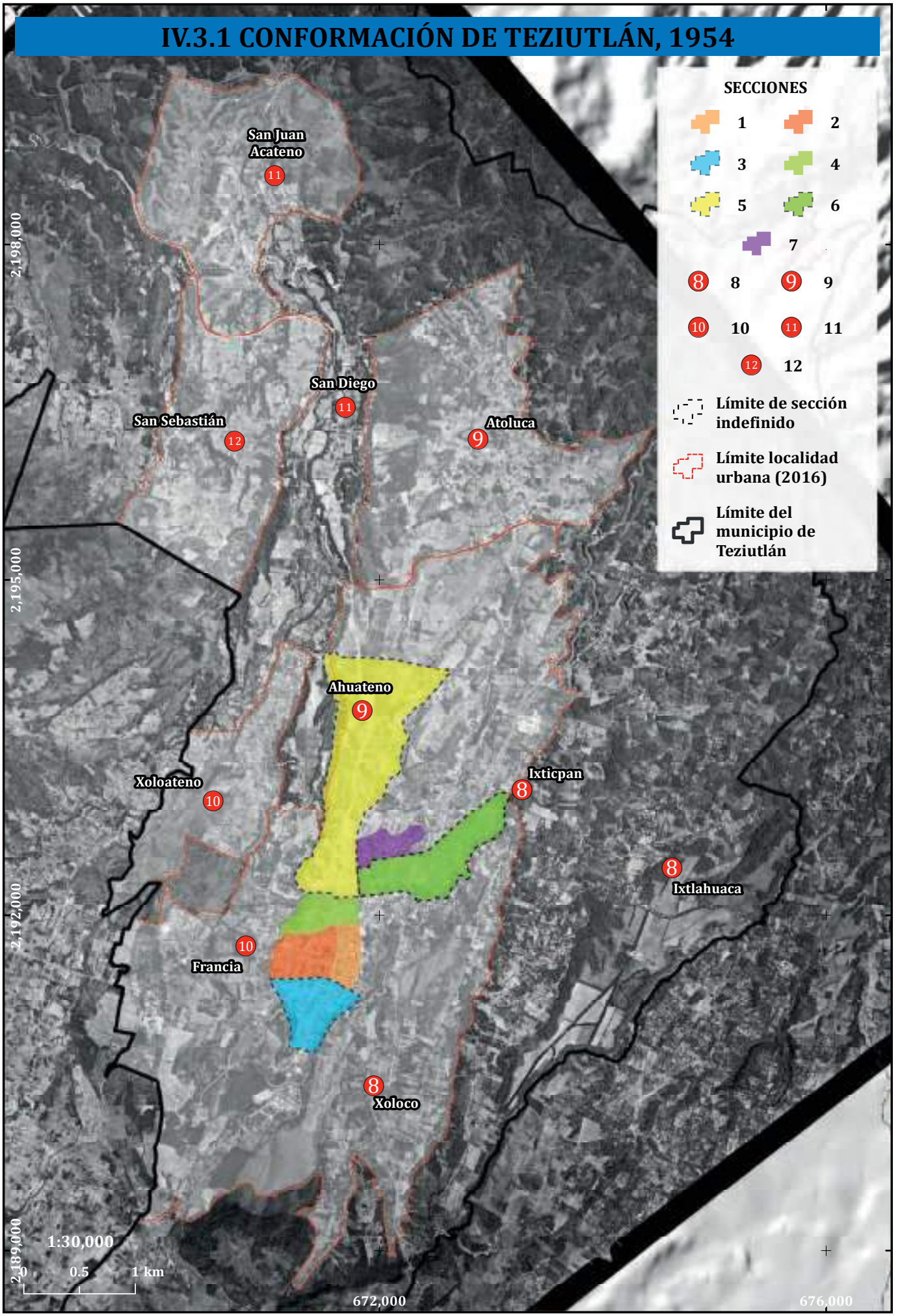
Olazo, J. L. (2000). *Teziutlán. Historia y Tragedia*. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla-Secretaría de Cultura del Estado de Puebla.

Oliva, V., Garza, G., Alcántara Ayala, I. (2011). Configuration and temporal dimension of vulnerability: mestizo spaces and disasters in the Sierra Norte de Puebla. *Investigaciones Geográficas,* 75:61-74.

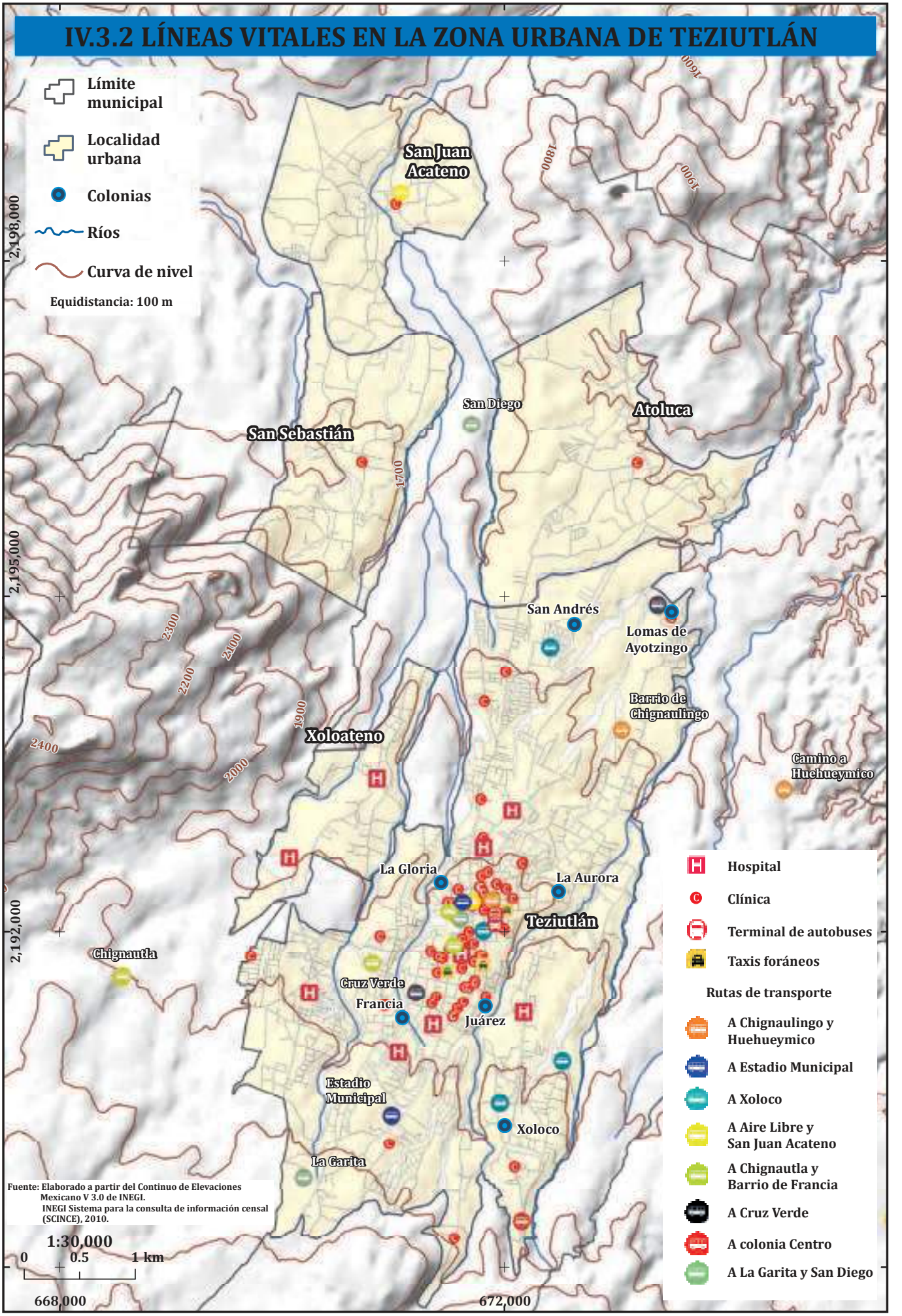
Padilla, R. (2015) Sistematización de la recurrencia de amenazas naturales y desastres en el estado de Colima, México. *Estudios sobre las Culturas Contemporáneas*, 21, 2:143-165.

Sheppard, Stephen (1991). Hedonic analysis of housing markets, en *Handbook of Regional and Urban Economics*, Elsevier, 3:1595-1635.

IV.3.1 CONFORMACIÓN DE TEZIUTLÁN, 1954

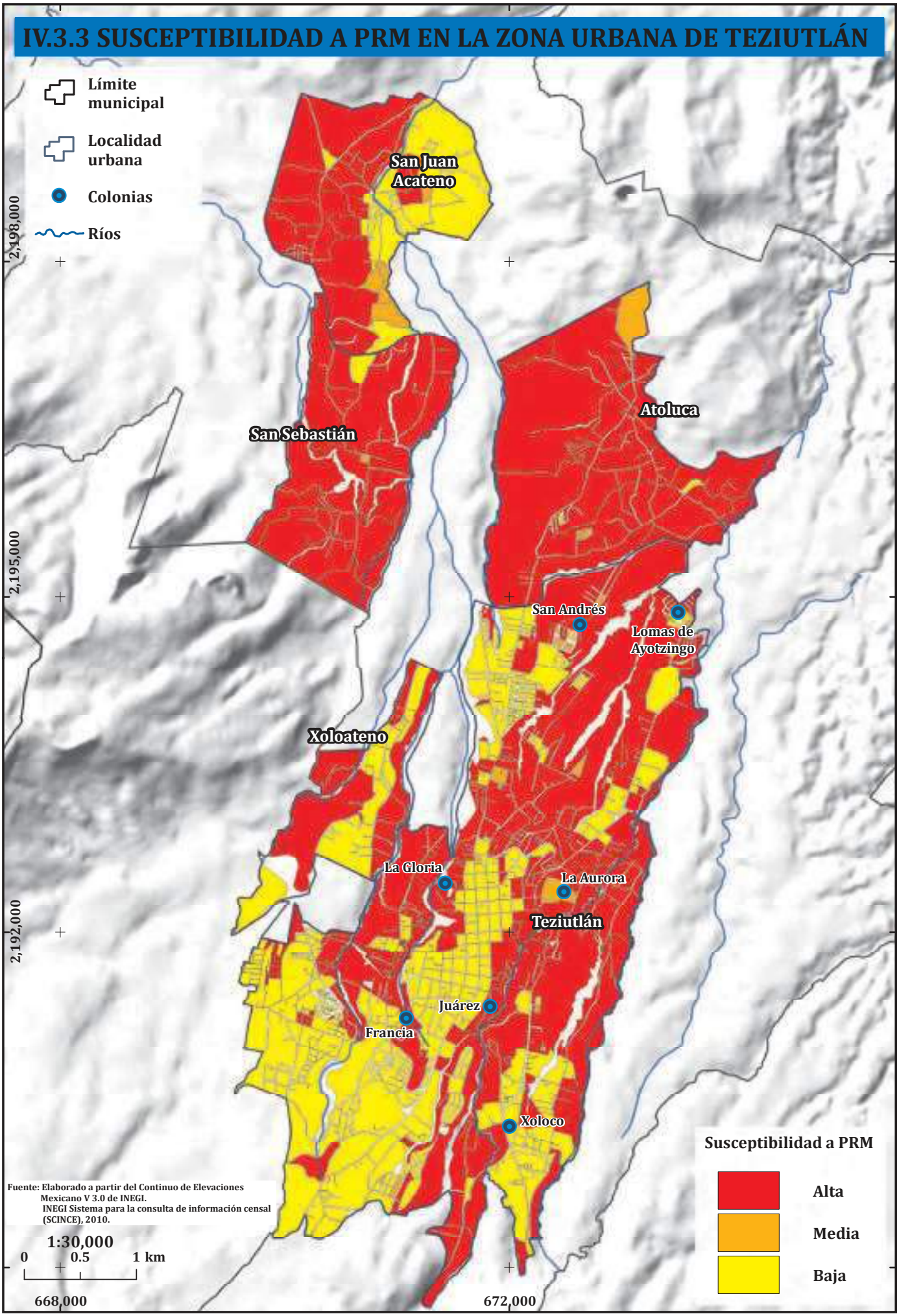


IV.3.2 LÍNEAS VITALES EN LA ZONA URBANA DE TEZIUTLÁN

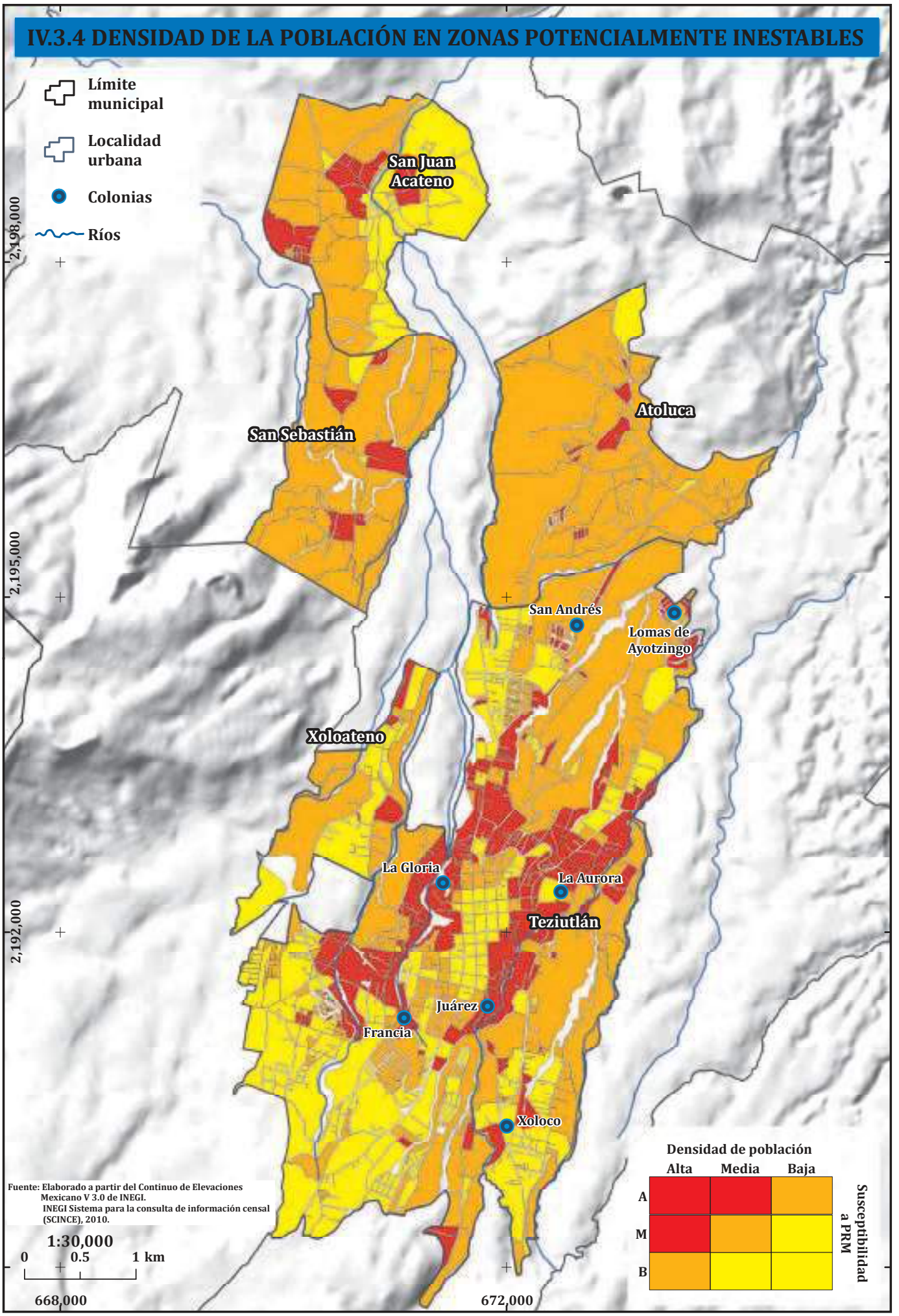


Fuente: Elaborado a partir del Continuo de Elevaciones Mexicano V 3.0 de INEGI.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

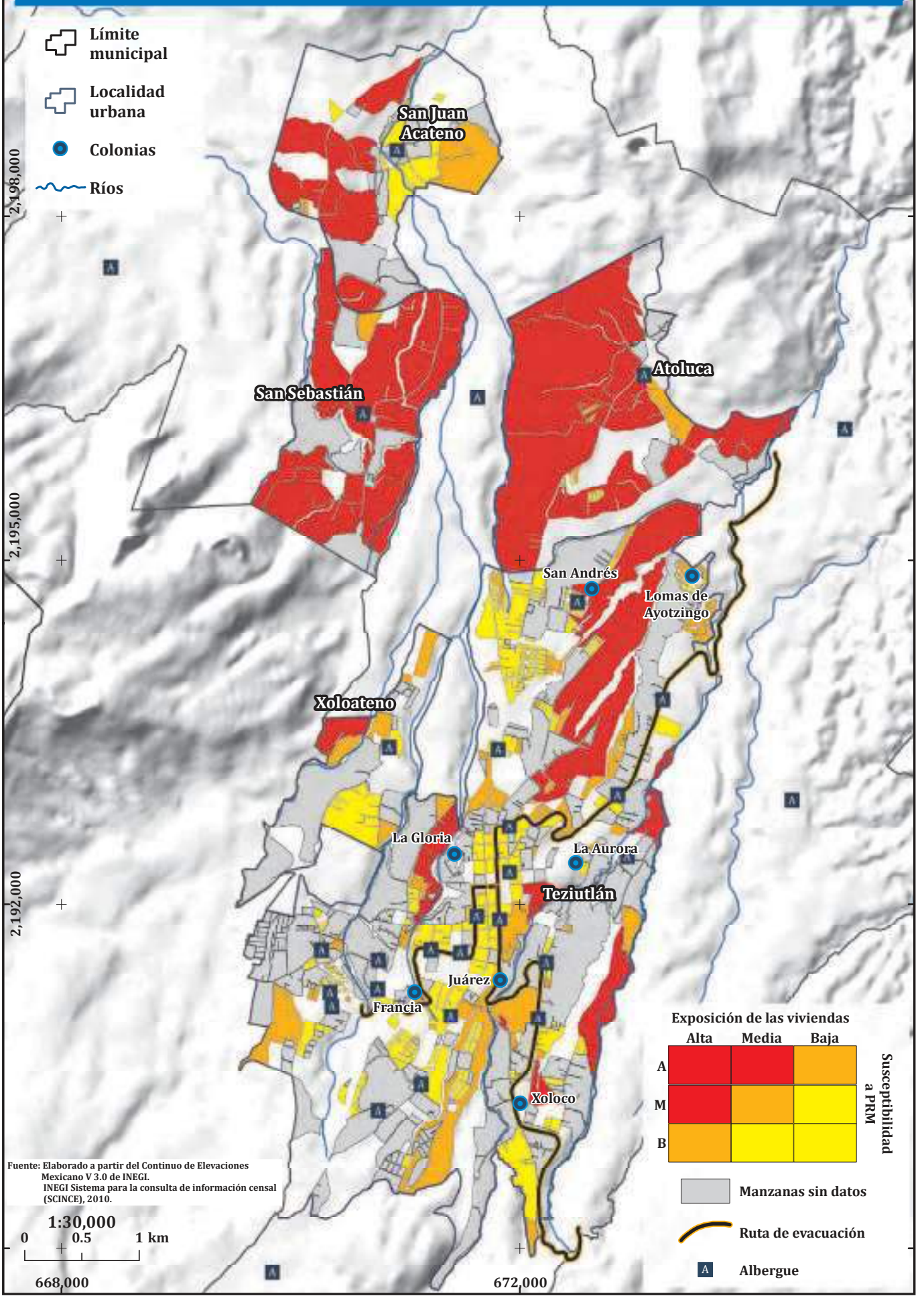
IV.3.3 SUSCEPTIBILIDAD A PRM EN LA ZONA URBANA DE TEZIUTLÁN



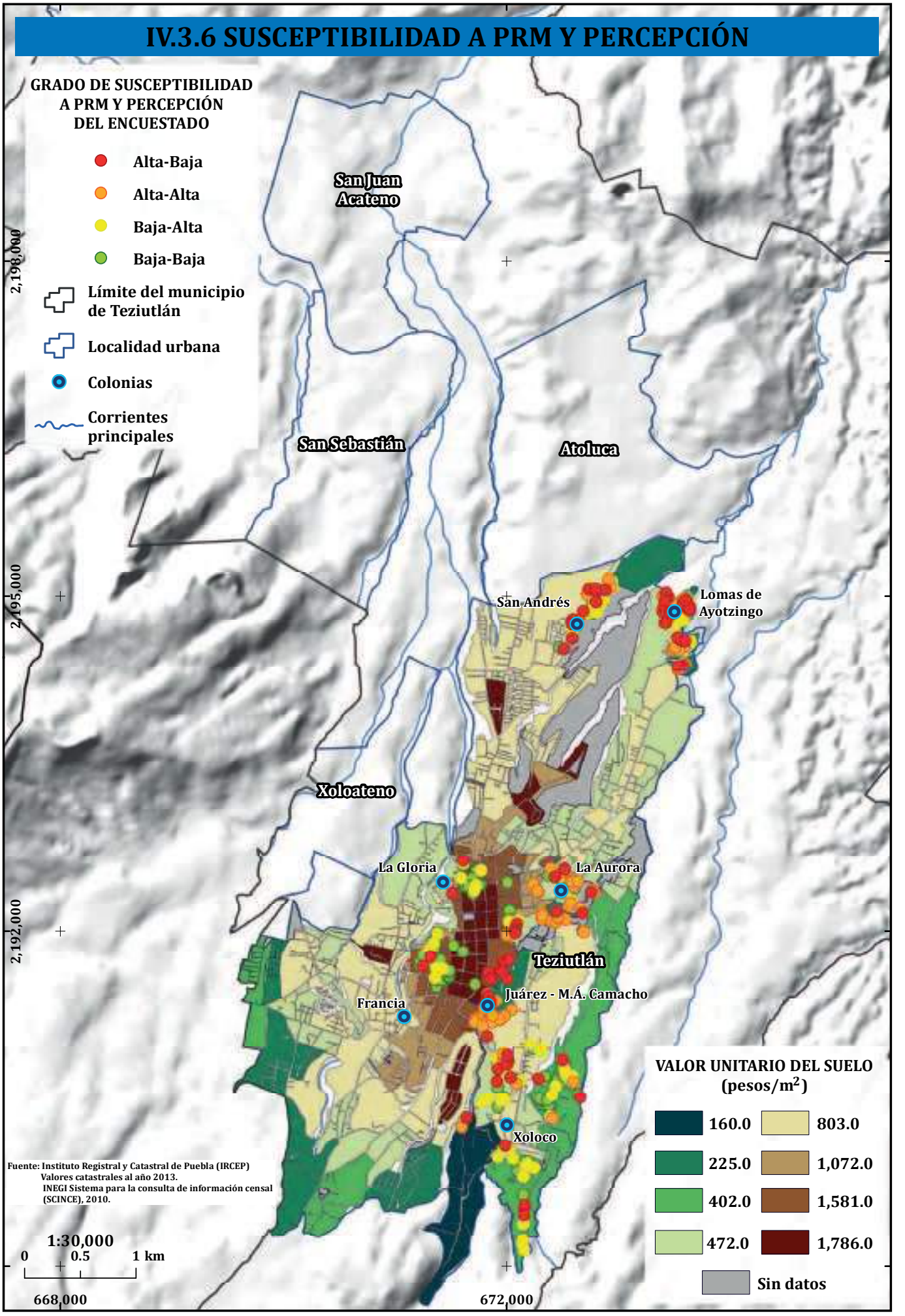
Fuente: Elaborado a partir del Continuo de Elevaciones Mexicano V 3.0 de INEGI.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.


IV.3.4 DENSIDAD DE LA POBLACIÓN EN ZONAS POTENCIALMENTE INESTABLES
Límite municipal
Localidad urbana
Colonias
Ríos
San Juan Acateno
San Sebastián
Atoluca
San Andrés
Lomas de Ayotzingo
Xoloateno
La Gloria
La Aurora
Teziutlán
Juárez
Francia
Xoloco
2,198,000
2,195,000
2,192,000
668,000
672,000
Fuente: Elaborado a partir del Continuo de Elevaciones Mexicano V 3.0 de INEGI.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.
1:30,000
0 0.5 1 km
Densidad de población
Alta Media Baja
A
M
B
Susceptibilidad a PRM

IV.3.5 EXPOSICIÓN DE VIVIENDAS A LA OCURRENCIA DE PRM

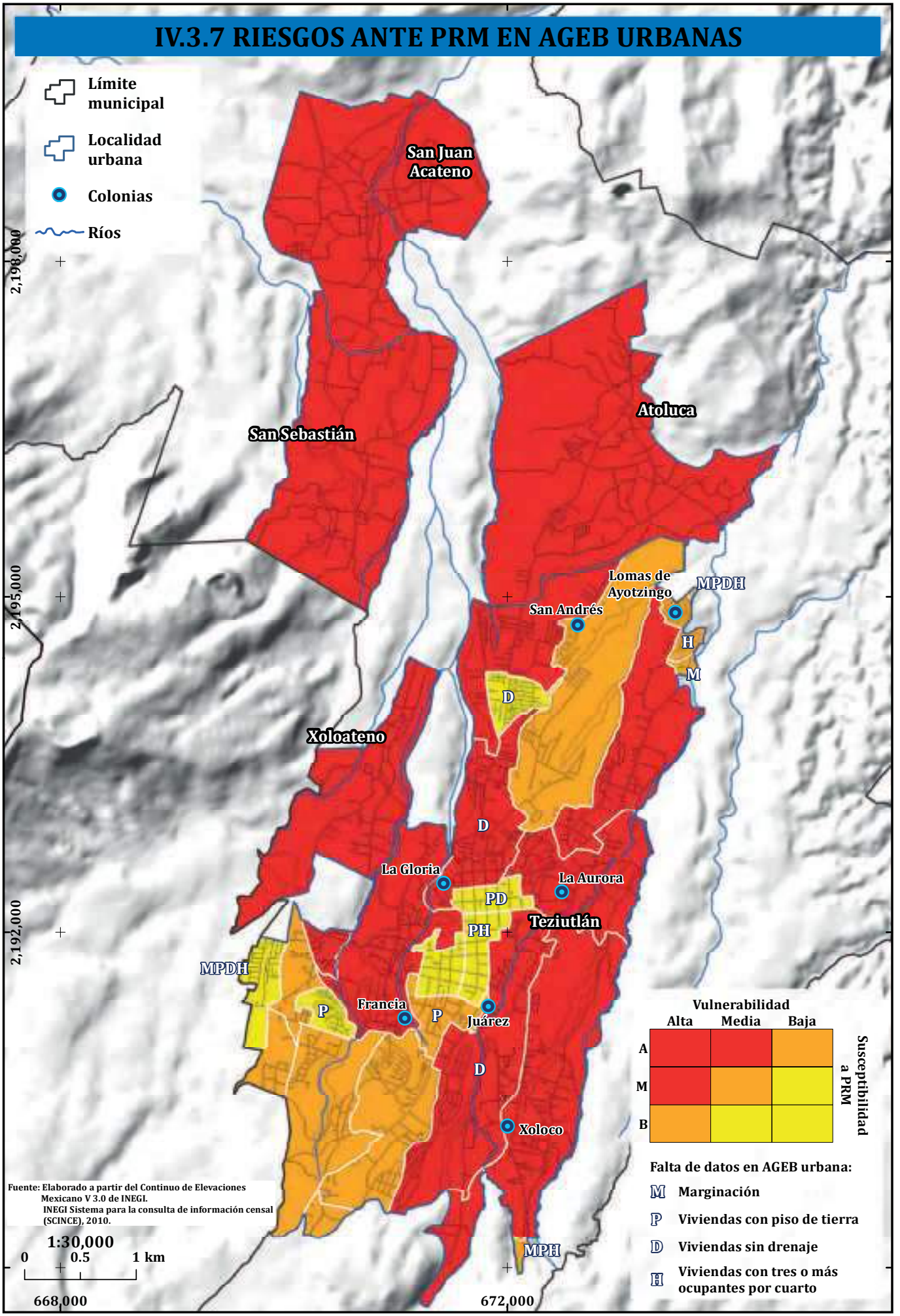


IV.3.6 SUSCEPTIBILIDAD A PRM Y PERCEPCIÓN



Fuente: Instituto Registral y Catastral de Puebla (IRCEP) Valores catastrales al año 2013. INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

IV.3.7 RIESGOS ANTE PRM EN AGEB URBANAS



V.
Espacios urbanos a escala local en Teziutlán

V. 5a. Factores condicionantes de la susceptibilidad a PRM

Franny G. Murillo García, Irasema Alcántara Ayala, Ricardo J. Garnica Peña y Noemi S. Ruiz Cortés

Susceptibilidad

La estimación de la susceptibilidad a procesos de remoción en masa (PRM) trata de responder a la pregunta sobre dónde pueden ocurrir PRM en el futuro en un determinado territorio de acuerdo con la presencia de una serie de factores condicionantes como el tipo de roca, la inclinación de una ladera o el uso de suelo. Existen diversas metodologías para el cálculo de la susceptibilidad a PRM y de manera general se clasifican en métodos basados en la experiencia del investigador, estadísticos teniendo como fuente inventarios de PRM, y determinísticos basados en las propiedades de resistencia de los materiales que conforman una ladera. Debido a que los métodos estadísticos se recomiendan para escalas medias, es decir de 1:10,000 a 1:250,000, la susceptibilidad de PRM en el municipio de Teziutlán se determinó a partir de un método estadístico, cuyo ingrediente principal fue la elaboración de un inventario de todos los deslizamientos que se pudieron identificar para el área a través de trabajo de campo, y análisis de fotografías aéreas e imágenes de satélite. En la Tabla 1 se enlistan los diferentes factores del terreno que tienen influencia en la ocurrencia de PRM y fueron considerados para hacer el análisis correspondiente.

Selección de factores condicionantes

Nueve factores condicionantes fueron seleccionados a partir de una serie de 16 factores dados (Tabla 1) y la información del inventario de PRM fue la base para la conformación de la variable dependiente en los modelos estadísticos: presencia o ausencia de PRM. Ocho de los nueve factores condicionantes fueron extraídos de Modelos Digitales de Elevación (MDE) con un tamaño de pixel de 15 m y 5 m: ángulo de la pendiente, altitud, orientación de la ladera, Índice de Convergencia (geometría de la ladera) (IC), Posición Relativa en la Ladera (PRL), distancia a corrientes de agua (DCA), distancia a nacientes naturales de agua (DNA) y Índice Topográfico de Humedad (ITH). Adicionalmente se incluyó el tipo de roca como variable categórica. Estas variables fueron seleccionadas con base en la experiencia de las investigadoras y de valores estadísticos como la curva ROC (Característica Operativa del Receptor) y los coeficientes que resultan de una regresión logística (técnica estadística) y las razones de momios (RM) (Tabla 2 y Figura 1). La curva ROC representa los verdaderos positivos (es decir, los pixeles clasificados como de alta probabilidad a que ocurran PRM y que en la realidad si muestran presencia de PRM) contra los falsos positivos. Valores cercanos a 1 en la curva ROC indican un mejor resultado y eficiencia del modelo. Por otra parte, los coeficientes de una regresión logística realizada con los 16 factores condicionantes pueden ser cifras positivas (+) o negativas (-), lo que ayuda a determinar la dirección de la asociación de cada uno de los factores condicionantes con la presencia o ausencia de PRM. Por ejemplo, una asociación lógica sería que a menor distancia a las corrientes de agua (coeficiente con símbolo negativo), es esperable una mayor probabilidad de ocurrencia de PRM. Cuando la dirección de la asociación resultante no era lógica se desconfiaba de la variable.

Adicionalmente, las razones de momios (RM) fueron útiles para determinar la magnitud de la asociación y así, las variables con una asociación más fuerte eran tomadas en cuenta. Las RM son una medida estadística que expresa la proporción de veces de que un suceso

Tabla 1. **Lista de factores condicionantes utilizados para la estimación de la susceptibilidad**

Factores condicionantes		Tipo de variable	Escala	Fuente
Topográficos	Ángulo de la ladera	Numérica (º)	1:5,000 y 1:15,000	SAGA GIS
	Elevación	Numérica (m s.n.m)	1:5,000 y 1:15,000	INEGI
	Orientación de la ladera	Categórica: Norte, Este, Oeste, Sur.	1:5,000 y 1:15,000	SAGA GIS
	Curvatura general	Numérica (adimensional). Define si la superficie es cóncava o convexa.	1:5,000 y 1:15,000	SAGA GIS
	Curvatura del plano			
	Curvatura de perfil			
	Posición Relativa en la Ladera (PRL)	Numérica (0-1)	1:5,000 y 1:15,000	SAGA GIS
	Índice de Convergencia	Numérica (porcentaje). Similar a la curvatura.	1:5,000 y 1:15,000	SAGA GIS
Hidrológicas	Distancia vertical a corrientes de agua (DVCA)	Numérica (metros)	1:5,000 y 1:15,000	SAGA GIS
	Área de la cuenca	Numérica (metros cuadrados)	1:5,000 y 1:15,000	SAGA GIS
	Índice Topográfico de Humedad (ITH)	Numérica (adimensional)	1:5,000 y 1:15,000	SAGA GIS
	Índice de erodibilidad (Stream power index SPI)	Numérica (adimensional)	1:5,000 y 1:15,000	SAGA GIS
	Distancia a corrientes de agua (DCA)	Numérica (metros)	1:5,000 y 1:15,000	SAGA GIS y visitas a campo
	Distancia a nacimientos naturales de agua (DNA) o manantiales.	Numérica (metros)	1:5,000 y 1:15,000	SAGA GIS
	Profundidad del valle (PF)	Numérica (metros)	1:5,000 y 1:15,000	SAGA GIS
Geología	Tipos de roca	Categórica (por tipo de roca) (1) Basalto-Andesita (2) Rocas sedimentarias duras (conglomerado, limolita) (3) Andesita basáltica (Formación Teziutlán) (4) Depósitos volcánicos de caída (ceniza-lapilli-pómez), coluviones y aluviones (5) Ignimbrita no consolidada (QptlgTr-uw) (6) Toba consolidada (QptlgTr-w) (7) Esquisto	1:50,000	SGM y visitas a campo

Fuentes: SAGA GIS, software con el que se extrajeron atributos topográficos como el ángulo de inclinación de la ladera, a partir del modelo digital de elevación (MDE); INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Tabla 2. **Valores de la curva ROC para cada variable de manera individual, dirección de la asociación (+/-) y razones de momios (RM).**

	A (15m)					B (5m)				
	LR	GAM	MVS	+/-	RM	LR	GAM	MVS	+/-	RM
Ángulo de la ladera	0.538	0.579	0.607	+	1.07	0.643	0.643	0.658	+	1.07
Litología	0.717	0.717	0.659			0.694	0.694	0.661		
Orientación de la ladera	0.556	0.556	0.552			0.547	0.547	0.540		
Área de la cuenca	0.484	0.514	0.543	+	1	0.501	0.513	0.495	+	1
IC	0.542	0.542	0.583	-	1	0.595	0.597	0.609	-	0.98
Curvatura general	0.499	0.522	0.537	-	0.01	0.526	0.546	0.59	-	0.02
Elevación	0.620	0.633	0.675	-	1	0.672	0.672	0.703	-	1
Curvatura del plano	0.490	0.537	0.564	+	12.3	0.554	0.554	0.567	+	1.23
Curvatura del perfil	0.504	0.544	0.428	+	4460429	0.497	0.612	0.619	+	4836334
Distancia a corrientes de agua	0.595	0.595	0.625	+	1	0.579	0.580	0.620	+	0.99
PRL	0.593	0.612	0.611	-	0.22	0.601	0.628	0.625	-	0.54
Índice de erodibilidad (SPI)	0.506	0.515	0.525	-	1	0.414	0.596	0.581	-	1
Distancia a nacimientos de agua	0.521	0.607	0.62	-	1	0.549	0.595	0.593	+	1
ITH	0.525	0.548	0.595	+	1.03	0.564	0.57	0.571	+	1.01
Profundidad del valle	0.445	0.617	0.626	-	0.98	0.618	0.654	0.657	-	0.99
Distancia vertical a corrientes de agua	0.580	0.580	0.589	-	0.99	0.533	0.558	0.553	+	1.02

LR, regresión logística; GAM, regresión de modelos aditivos generalizados; MVS, máquinas de vectores de soporte; IC, índice de convergencia; PRL, posición relativa en la ladera; ITH, índice topográfico de humedad.

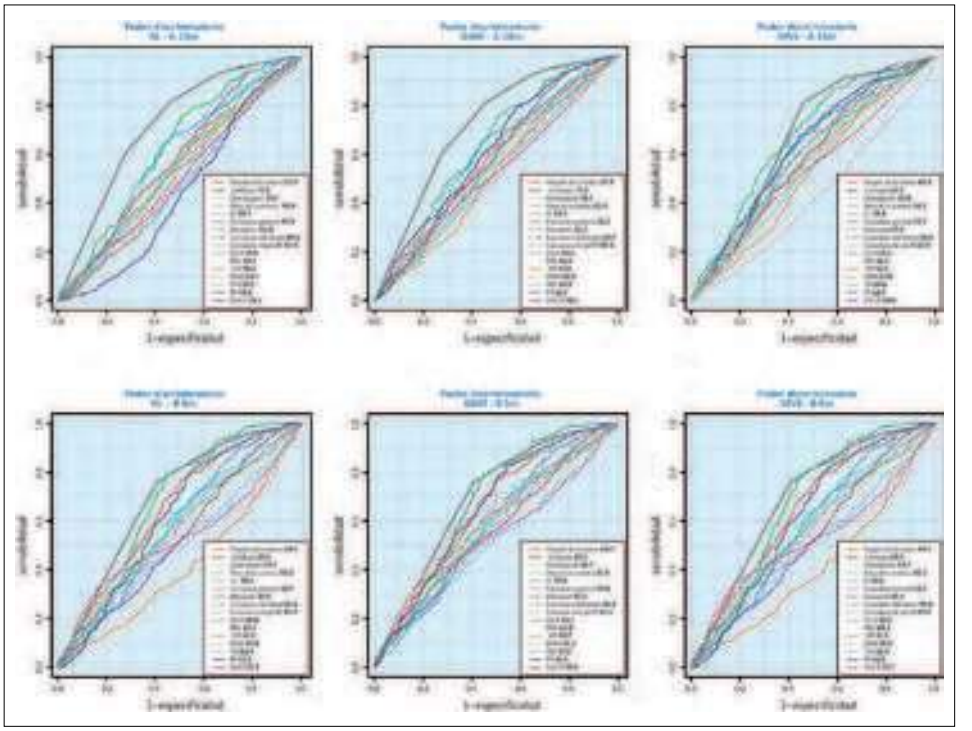


Figura 1. **Valores de la curva ROC para cada variable de manera individual y para cada uno de los clasificadores. LR, regresión logística; GAM, regresión de modelos aditivos generalizados; MVS, máquinas de vectores de soporte; IC, índice de convergencia; DCA, distancia a corrientes de agua; PRL, posición relativa en la ladera; SPI, índice de erodibilidad; DNA, distancia a nacimientos de agua; ITH, índice topográfico de humedad; PF, profundidad del valle; DVCA, distancia vertical a corrientes de agua.**

ocurra frente a otro que no ocurra, en este caso el suceso serían los PRM. Finalmente, para evitar redundancia o repetición de información, dado que algunos de los factores condicionantes utilizados representan condiciones similares, se evaluó una a una las posibles variables que mostraban los mejores resultados.

Respecto a los PRM del inventario, solo se tomó en cuenta un punto o pixel por cada PRM. El punto seleccionado por cada PRM fue el punto central del área de iniciación o de escarpe. De esta forma 662 pixeles fueron clasificados como "con presencia de PRM" y el resto como "sin PRM". Mediante un muestreo aleatorio se construyó una serie de datos con igual número de pixeles con y sin PRM (proporción 50/50).

Técnicas estadísticas de clasificación

Distintas técnicas fueron evaluadas como clasificadores: regresión logística (RL), regresión GAM (modelos aditivos generalizados) y máquinas de vectores de soporte (MVS). A través de la comparación de los valores de la curva ROC (Tabla 3 y Figura 2) y de la apariencia de la superficie predictiva de cada mapa (Figura 3) se seleccionaron los mejores resultados. Respecto a la apariencia de la superficie de predicción se prefirió la baja presencia de ruido (superficies suavizadas). Por medio de una validación cruzada para cada técnica clasificatoria y para cada resolución espacial (15 m y 5 m) se corrieron modelos con distintos grupos de datos utilizados como entrenamiento

Tabla 3. **Valores medios de la curva ROC resultantes de la validación cruzada para cada uno de los modelos**

	A 15m	B 5m
ROC LR (validación)	0.759	0.781
ROC LR (entrenamiento)	0.778	0.800
ROC GAM (validación)	0.779	0.787
ROC GAM (entrenamiento)	0.803	0.812
ROC MVS (validación)	0.817	0.794
ROC MVS (entrenamiento)	0.870	0.857

Valores entre 0.700 y 0.900 se consideran aceptables. LR, regresión logística; GAM, regresión de modelos aditivos generalizados; MVS, máquinas de vectores de soporte.

y validación, ya que la utilización de dos diferentes e independientes conjuntos de datos para entrenamiento y validación, permiten una validación más confiable.

Los factores condicionantes fueron obtenidos mediante el software SAGA GIS, mientras que los modelos fueron realizados utilizando el software R-project en cuyo ambiente, los paquetes "RSAGA" y "sperrorest" fueron fundamentales.

Los resultados fueron aceptables en todos los casos y se seleccionó el resultado obtenido con la técnica de máquinas de vectores de soporte a resolución espacial de 5 m como el indicado para mostrarse en esta publicación. En dicho modelo la curva ROC mostró una capacidad predictiva de 0.794 y una superficie predictiva suavizada.

Los resultados fueron ordenados en cinco rangos o clases para obtener una comparación visual óptima entre las clases de susceptibilidad. En los mapas de susceptibilidad, las superficies en rojo indican una mayor potencialidad de que ahí ocurran PRM en el futuro. Al contrario, los colores verde y muy verde indican una baja y muy baja probabilidad de que ocurran PRM. Las laderas que rodean a la cabecera municipal presentan zonas de alta y muy alta susceptibilidad por lo que se requiere mayor atención de las autoridades y población en general en estas zonas, así como una regulación de los permisos de construcción en esas laderas.

Con la finalidad de analizar a detalle la susceptibilidad a procesos de remoción en masa (PRM), la zona urbana de Teziutlán se dividió en cuatro cuadrantes: Noreste (NE), Noroeste (NO), Sureste (SE) y Suroeste (SO). En esta sección se presenta una descripción de los diferentes factores que condicionan dicha susceptibilidad (mapa V.1).

Sector NE

Las colonias San Andrés, Ayotzingo, Las Moraledas y la Aurora se localizan al noreste de la cabecera municipal (mapa V.1.1a). En esta área los niveles altitudinales van en descenso desde la porción suroeste hacia el noreste, a la salida a Hueytamalco y Nautla. La colonia La Aurora está asentada entre los 1820 y 1910 msnm, en cambio las otras tres colonias se encuentran en altitudes más bajas que van de los 1730 a 1800 msnm (mapa V.1.2a). Como puede observarse en el mapa V.1.1a, esta configuración es representativa de la rampa de piroclastos que se desplaza de sur a norte y en donde los escurrimientos se dirigen hacia la corriente principal del río Nautla. En el mapa V.1.3a, es posible ver como la zona urbana prácticamente se asienta sobre las zonas planas de la rampa; sin embargo, existen algunas viviendas que se encuentran construidas en las barrancas o valles que descienden por este sector, cuyas pendientes son mayores a 12° y son muy susceptibles a procesos de remoción en masa debido a la presencia de materiales poco cohesivos y con baja resistencia a la remoción, tal es el caso de la colonia La Aurora, así como la de la recientemente creada Las Moraledas, en donde ya han sido reportados problemas por inestabilidad de laderas.

El mapa V.1.4a muestra la localización y extensión (zona de iniciación y depósito) de los procesos de remoción en masa (PRM) ocurridos en la zona. Este tipo de representaciones cartográficas son nombradas mapas de inventario de PRM. Para realizar el mapa de

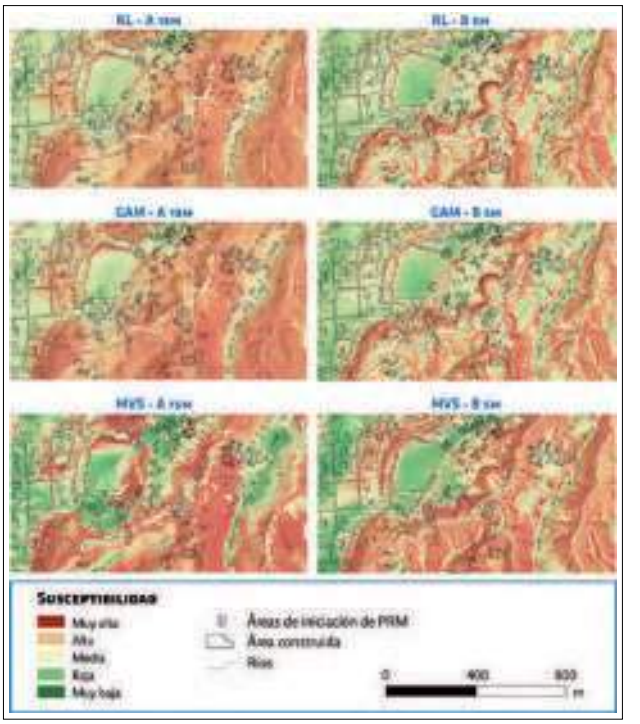


Figura 3. **Ejemplo comparativo de la apariencia de la superficie predictiva de cada mapa para cada clasificador y resolución espacial. Superficies suavizadas son preferibles a superficies con mucho ruido o cambios bruscos. LR, regresión logística; GAM, regresión de modelos aditivos generalizados; MVS, máquinas de vectores de soporte.**

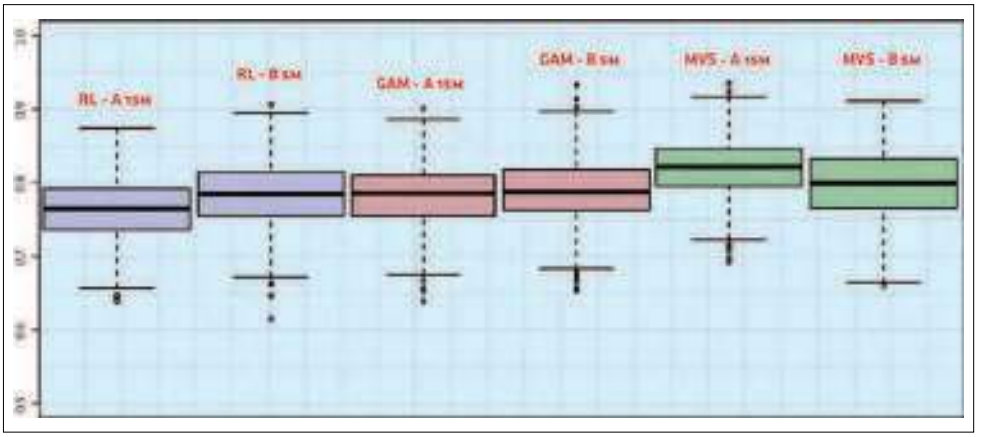


Figura 2. **Diagrama de caja en cuartiles que muestra los valores de la curva ROC resultantes de la validación cruzada para cada uno de los clasificadores y resolución espacial. Se nota un ligero mejor rendimiento para la técnica de máquinas de vectores de soporte (MVS-A 15 m). LR, regresión logística; GAM, regresión de modelos aditivos generalizados; MVS, máquinas de vectores de soporte.**

inventario del municipio de Teziutlán se utilizaron una serie de fotografías aéreas en blanco y negro para los años 1942, 1956, 1974, 1978, 1980, 1991 y 1999, fotografías aéreas a color del año 2007 (Tabla1), imágenes de satélite de alta resolución del año 2000, anuales durante el periodo 2003-2015, además de información tomada directamente en campo.

En el municipio han ocurrido varios episodios de inestabilidad de laderas, especialmente durante el evento del 4-5 de octubre 1999. Entre las consecuencias más devastadoras asociadas a la ocurrencia de deslizamientos se encuentra el desastre de la colonia La Aurora, en el cual 109 personas perdieron la vida. El deslizamiento se inició en los límites del panteón municipal y sepultó varias viviendas a su paso. El ángulo de inclinación de la pendiente en la ladera donde ocurrió el deslizamiento de La Aurora, es de 23º. El deslizamiento tuvo una longitud de 167 m (del escarpe hasta el pie del deslizamiento) y una anchura máxima de 33 m. Se calcula que el volumen de la masa desplazada fue de 7,350 m³ (Figura 4) (Alcántara-Ayala 2004). A través del análisis de fotografías aéreas oblicuas del año 1942, es posible apreciar sobre la ladera de La Aurora (despoblada en aquel entonces), lo que parece ser la cicatriz de un proceso de remoción en masa en el mismo lugar en el que ocurrió el deslizamiento de 1999, por lo que es probable que el deslizamiento de 1999 haya sido una reactivación del movimiento antiguo (Figura 5).

Figura 4. **El deslizamiento de La Aurora en una fotografía aérea tomada pocos días después del desastre y en un perfil realizado con tecnología LIDAR.**

También, por medio de fotografías aéreas tomadas pocos días después del evento y que solo cubren una parte de la cabecera municipal (incluyendo las colonias Juárez y La Aurora), fue posible identificar varios procesos más que ocurrieron en la misma colonia o en colonias o barrios cercanos. Varios de los PRM ocurrieron en las laderas de los valles por lo que el material movilizado fue a su vez transportado por los ríos que en ese momento contaban con caudal extraordinario debido a las precipitaciones. También, algunos PRM ocurrieron cercanos a las carreteras y caminos, dificultando o interrumpiendo el tránsito durante la situación de emergencia.

La mayor parte de los PRM de esta zona ocurrieron sobre la secuencia de depósitos de caída volcánicos y paleosuelos, así como en las laderas constituidas casi exclusivamente por la poco consolidada Ignimbrita de Xaltipan. Algunos movimientos se iniciaron como deslizamientos planares o rotacionales y se transformaron en flujos ladera abajo. Este es el caso del deslizamiento de La Aurora y del de la colonia San Andrés. Actualmente, en la zona donde ocurrió el deslizamiento de La Aurora se pueden apreciar los restos de algunas de las casas sepultadas o dañadas en 1999 que no están siendo habitadas en la actualidad. Sin embargo, alrededor de la zona del deslizamiento todavía hay asentamientos en riesgo (Figura 6).

Un gran número de personas afectadas por el deslizamiento de La Aurora y otros PRM ocurridos en el municipio, fueron reubicadas en Ayotzingo. Posteriormente, no muy lejos de las casas destinadas a los reubicados, se construyeron dos unidades habitacionales conocidas como Las Moraledas. La zona donde se localiza Ayotzingo

Figura 6. **Aspecto actual de la ladera en la que ocurrió el deslizamiento de La Aurora en 1999.**

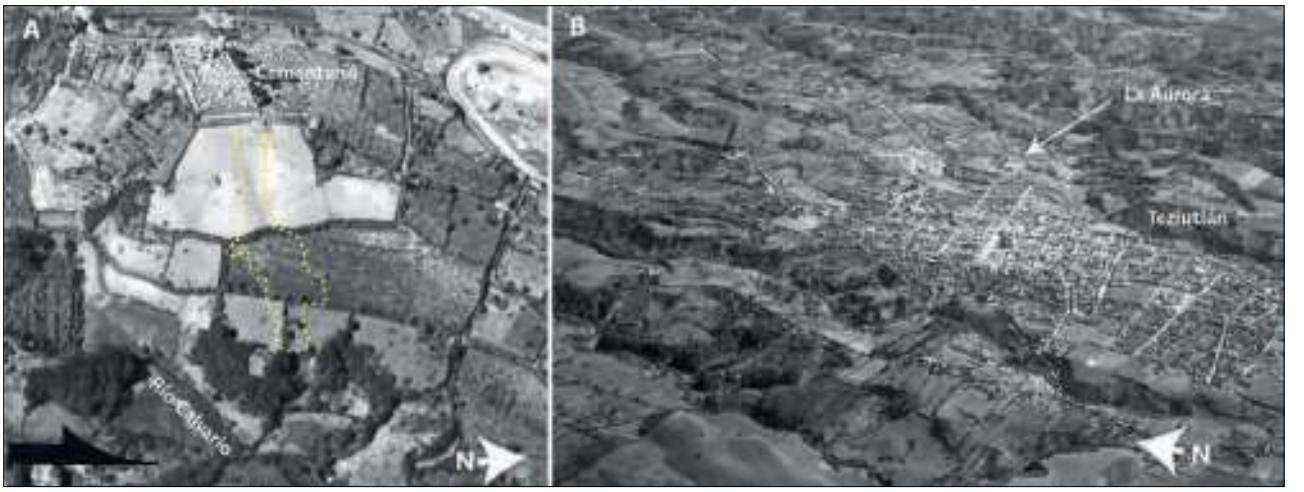


Figura 5. **A, zona del deslizamiento de La Aurora en 1942 donde se aprecia una cicatriz de un posible PRM antiguo. B, vista general de la cabecera municipal en el año 1942, es notable el poco nivel de urbanización en ese entonces (Fuente: Teziutlán, 1942, FAO_01_002262, Acervo Histórico Fundación ICA, A.C.).**

presenta algunas partes inestables principalmente hacía el noreste del barrio; ahí han ocurrido algunos PRM. Sólo algunas de las casas fueron construidas sobre la secuencia de depósitos volcánicos de caída y paleosuelos. Sin embargo, Las Moraledas fueron construidas sobre esos materiales inestables y actualmente ya se han comenzado a registrar algunos problemas por inestabilidad de laderas.

En el mapa v.1.5a que muestra la susceptibilidad a PRM en la zona, se puede observar los altos valores de susceptibilidad que presentan casi todas las laderas que conforman los valles. La zona de la colonia La Aurora presenta una superficie con valores altos y muy altos de susceptibilidad. Misma situación que las laderas que rodean San Andrés y Ayotzingo. En el caso de Las Moraledas, las casas están casi todas localizadas en una zona con valores altos de susceptibilidad.

Sector NO

En la porción poniente, al norte del municipio de Teziutlán, se localiza la zona montañosa de Chignautla, y representa el límite entre éste municipio y Teziutlán (mapa v.1.1b). En la zona que corresponde a Teziutlán es posible identificar valores bajos de altitud además de la baja pendiente, forma característica de la rampa de piroclastos. La localidad de Xoloateno se asienta en una porción plana que se localiza entre los 1800 y 1850 msnm (mapa v.1.2b); en sus valles circundantes se presentan procesos de remoción en masa que podrían llegar a afectar a la población. San Sebastián se localiza en las faldas del sistema montañoso que pertenece a Chignautla. Esta localidad presenta un problema asociado a inestabilidad de laderas debido a que una de las escuelas ubicada en este municipio está perdiendo terreno debido a la ocurrencia de un deslizamiento (Figura 7), esto ha provocado que las autoridades del plantel decidieran cerrar el paso a los estudiantes para evitar cualquier accidente.

Al igual que en la porción noreste, en la sección poniente (mapa v.1.3b), es posible ver que la zona urbana y la localidad de Xoloateno se ubican principalmente en las zonas planas del terreno (<6°). Las zonas de fuerte pendiente son las laderas de los valles, las cuales han ido desarrollándose debido a la fuerza erosiva de las corrientes fluviales de la zona y la poca resistencia de los materiales piroclásticos. La montaña en el cerro de Chignautla domina con sus pendientes mayores a 12° e incluso hay áreas donde las paredes son completamente verticales, a tal grado que se pueden presentar procesos de vuelco o desprendimientos en los materiales que conforman esta forma del relieve.

En esta porción los PRM identificados están asociados a la ignimbrita de Xaltipan por lo que su distribución se concentra al Este y Norte, incluida la localidad de San Sebastián (mapa v.1.4b). En el centro del mapa las rocas predominantes son basaltos. La montaña Chignautla está conformada por rocas sedimentarias (areniscas, limolitas y conglomerados). En la parte sur-este del mapa pueden apreciarse algunos PRM cuya área es considerable. Estos movimientos fueron identificados sobre fotografías aéreas del año 1942 y fueron clasificados como inactivos por lo que se puede afirmar que estos grandes procesos ocurrieron antes del año 1942. Durante el desastre de 1999 también ocurrieron PRM en esta zona pero su extensión es mucho menor a la de los PRM clasificados como antiguos. Gran parte de los PRM ocurridos en 1999 fueron identificados a través de imágenes de satélite de alta resolución de apenas un año después del evento (2000), donde el tamaño de un pixel representa 1 m en el terreno (imágenes IKONOS en falso color e infrarrojo cercano).

El mapa v.1.5b muestra los valores de susceptibilidad en la zona y puede apreciarse que hacia las laderas del cerro Chignautla y el centro del mapa donde se localizan los flujos de basalto, los colores que predominan son los verdes y amarillos, lo que indica valores de susceptibilidad medía, baja y muy baja. Por otra parte, al norte, en San Sebastián y al Este, los valores de susceptibilidad son altos y muy altos dando al mapa una apariencia naranja y roja.

Sector SE

En la porción sur del municipio de Teziutlán (mapa v.1.1c), se presentan los niveles altitudinales más elevados de toda la demarcación (mapa v.1.2c). En su porción oriental alcanza un poco más de 2250 msnm y es una zona en donde cambian las condiciones de temperatura y vegetación con respecto a la zona norte del municipio. En esta área se localizan los Barrios de Xoloco y La Cofradía, sitios que no presentan problemas muy graves de inestabilidad de laderas, salvo la problemática que se está presentando en la porción poniente del Barrio de Xoloco, en donde se encuentra un valle cuyas laderas han presentado casos de deslizamientos, uno de ellos en el límite sur de este barrio. El escurrimiento de este valle es el que transita por las colonias Manuel A. Camacho y Juárez, e incluso llega hasta la colonia La Aurora. Las colonias Juárez y Manuel A. Camacho son consideradas zonas de alto riesgo debido a las condiciones que presentan las viviendas, no sólo por la exposición a los PRM, sino también por las características de las construcciones, que incluso son de más de dos niveles, un alto grado de hacinamiento y una fuerte pendiente que hace difícil realizar evacuaciones en la zona (Figura 8). Otra colonia que se encuentra en la misma situación es Lindavista, ubicada enfrente de la colonia Juárez, donde hay algunas viviendas localiza-

Figura 8. **Vista de la Colonia Manuel Ávila Camacho (cercana a la colonia Juárez) desde Lindavista. Se aprecia la forma de construcción en varios niveles por la que ha optado la población para construir sobre las laderas conformada por Ignimbrita.**

Figura 7. **Problemas de inestabilidad en la escuela Vicente Suárez Ferrer en el poblado de San Sebastián. A y B vista del escarpe del movimiento. C, edificio escolar más cercano a la zona de inestabilidad.**

das en las laderas del valle e incluso, en su parte más alta, hay una maquiladora.

En el mapa v.1.3c se observa que pendientes con ángulos mayores a 24º predominan en los valles que han erosionado la Ignimbrita Xaltipan. Es posible identificar los valles que rodean a los Barrios de Xoloco y La Cofradía, estos han funcionado como limites naturales para la expansión urbana debido a la inclinación abrupta de sus laderas. Sin embargo, es importante que las autoridades locales consideren evitar al máximo el asentamiento de viviendas en zonas de fuerte pendiente dentro de estos valles ya que son áreas que se consideran muy activas, morfológicamente hablando, ya que son sitios con materiales débiles o poco resistentes que son erosionados y arrastrados por los escurrimientos que descienden del sur, lo cual induce que la inestabilidad de laderas sea algo recurrente en estas áreas.

Durante el evento de desastre del 4-5 de Octubre de 1999, la colonia Juárez fue una de las más afectadas (porción noroeste del mapa). Con base en una serie de fotografías aéreas tomadas pocos días después del desastre de 1999 fue posible identificar más de 30 deslizamientos ocurridos durante ese evento en las colonias Juárez y Lindavista (Figura 9 y mapa v.1.4c). El tipo de roca presente en esta zona es la Ignimbrita de Xaltipan, apreciable en los cortes de carretera de la carretera que comunica Teziutlán con Altotonga, Veracruz. Actualmente, algunas de las casas afectadas en 1999 siguen en pie, aunque la mayoría han sido deshabitadas otras han vuelto a ser habitadas. En el mapa v.1.5c puede observarse que en los alrededores de la colonia Juárez los valores de susceptibilidad son muy altos. Valores altos también se observan en las laderas de los valles del barrio Xoloco donde hace pocos años ocurrió un deslizamiento (Figura 10). Al sur del mapa se aprecia que los valores de baja y muy baja susceptibilidad predominan, esto se debe a que en esa zona se encuentran algunas elevaciones conformadas por roca volcánica dura (toba riolítica consolidada).

Figura 9. **Fotografía aérea pancromática (blanco y negro) tomada pocos días después del desastre de 1999, y en donde se aprecian varios PRM. Los escarpes están señalados con líneas amarillas y la dirección del movimiento la indican las flechas del mismo color.**

Sector SO

Las colonias Centro, la Gloria, Siete Sabios y el Barrio de Francia se localizan en el sector suroeste (mapa v.1.1d). Esta área al igual que el sector NO muestra la característica principal de ocupar la rampa de piroclastos, es decir un terreno amplio y semi-plano, en descenso sur a norte y con muy poca densidad de escurrimientos, producto de la presencia de lavas que evitan el escurrimiento superficial (mapa v.1.2d). Sin embargo, a partir de Vista Hermosa aparecen algunas corrientes fluviales, las cuales toman curso hacia la corriente principal del río Tecolutla. Estas corrientes se desplazan al norte pasando por las colonias mencionadas al principio, así como por las localidades de Xoloateno, San Diego y San Juan Acateno. En esta sección de la zona urbana, los problemas de inestabilidad de laderas se han presentado en las laderas del Barrio de Francia, El Fortín, La Gloria y Siete Sabios, colonias donde hay presencia de viviendas en sitios susceptibles a este tipo de procesos de remoción.

Las pendientes fuertes se presentan nuevamente en las laderas de los valles que cortan la Ignimbrita de Xaltipan, aunque en este caso destacan las pendientes del cerro Tesivo que no está conformado por materiales deleznables sino de toba riolítica consolidada que es una roca volcánica mucho más resistente a la erosión que la Ignimbrita no consolidada. Las pendientes de esta elevación sobrepasan los 24º pero presentan mucho menor número de procesos de remoción en masa. En general, el terreno de esta porción del municipio de Teziutlán es la zona más estable, a excepción de los valles ya mencionados. Es muy notoria la delimitación de la zona centro de la ciudad a través de los valles que la bordean por el poniente y el oriente; sin embargo, el crecimiento del centro de la ciudad ha provocado el asentamiento de viviendas en áreas de fuerte pendiente donde los procesos de remoción en masa se desencadenan principalmente debido a las lluvias, aunque con mucha frecuencia la existencia de fugas de agua en el drenaje es también un factor importante de influencia en la inestabilidad (mapa v.1.3d). El agua reblandece los materiales piroclásticos, lo cual genera una saturación y esto actúa como detonante para los deslizamientos o flujos de lodo.

El mapa v.1.4d muestra pocos procesos de remoción en masa (PRM) si se le compara con los mapas de las anteriores secciones, la mayor parte de ellos al norte del mapa. Muchos de los PRM de estos mapas fueron identificados en las fotografías aéreas de los años 1942 y 1956, cuando las laderas de la colonia Francia estaban mucho menos pobladas. Estos PRM son de poca magnitud y superficiales. Nuevamente, los PRM de mayor área y volumen corresponden a movimientos antiguos ocurridos antes de 1942. En el centro y sur del mapa se aprecian pocos PRM. Algunos son caídas de rocas o deslizamientos traslacionales superficiales.

El mapa v.1.5d es quizás, de los cuatro cuadrantes, el que más colores en verde muestra, es decir, en el que la susceptibilidad a que

Figura 10. **Diferentes perspectivas del movimiento ocurrido en el barrio Xoloco en 2013. A, vista desde el escarpe principal. B, vista del escarpe principal donde se aprecia la cercanía del mismo a la zona habitada. C, vista desde la parte media del deslizamiento y hacía abajo.**

ocurran deslizamientos es baja y muy baja. Gran parte de esta porción está cubierta por flujos de lava de basalto y por tobas riolíticas consolidadas. Sin embargo, las zonas de alta y muy alta susceptibilidad coinciden con las zonas más pobladas en el área y que corresponden a las periferias de la cabecera municipal. Estás laderas están constituidas por Ignimbrita de Xaltipan y por la secuencia de depósitos volcánicos y paleosuelos cuyos materiales muestran poca resistencia.

Nota: Debido a las condiciones límite del análisis de susceptibilidad, los cuadrantes de los mapas v.1.5a y v.1.5c en el margen derecho no aparecen completos; no es un error de impresión.

FUENTES

Alcántara Ayala, I. (2004). Hazard assessment of rainfall-induced landsliding in Mexico. *Geomorphology*, 61:19-40.

Brenning, A. (2008). Statistical geocomputing combining R and SAGA: the example of landslide susceptibility analysis with generalized additive models. In: Böhner, J., Blaschke, T., Montanarella, L. (Eds.), SAGA — Seconds Out (= Hamburger Beiträge zur Physischen Geographie und Landschaftsökologie, 19), pp. 23-32.

Brenning, A. (2012). Spatial cross-validation and bootstrap for the assessment of prediction rules in remote sensing: the R package 'sperrorest'. IEEE International Symposium on Geoscience and Remote Sensing IGARSS.

Cascini, L. (2008). Applicability of landslide susceptibility and hazard zoning at different scales. *Eng. Geol*. 102:164-177.

Chauhan, S., Sharma, M., Arora, M. K. (2010). Landslide susceptibility zonation of the Chamoli region, Garhwal Himalayas, using logistic regression model. *Landslides*, 7:411-423 [DOI 10.1007/s10346-010-0202-3].

Chen, C. H., Ke C. C., Huang, C. L. (2009). A back-propagation network for the assessment of susceptibility to rock slope failure in the eastern portion of the Southern Cross-Island Highway in Taiwan. *Enviro.n Geol.*, 57:723-733 [DOI 10.1007/s00254-008-1350-9].

Conrad, O. (2006). SAGA – Program structure and current state implementation. In: Böhner, J., McCloy, K. R., Strobl, J. (eds.), SAGA — Analysis and Modelling Applications, vol. 115. Göttinger Geographische Abhandlungen, pp. 39–52.

Fell, R., Corominas, J., Bonnard, C., Cascini, L., Leroi, E., Savage, W., (2008). Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning. *Engineering Geology*, 102:85-98.

Goetz, J. N., Brenning, A., Petschko, H., Leopold, P. (2015). Evaluating machine learning and statistical prediction techniques for landslide susceptibility modeling. *Computers & Geosciences*, 81:1-11.

Guzzetti, F. (2005). Landslide Hazzard and Risk Assessment. PhD tesis, Bonn University, Bonn, Alemania.

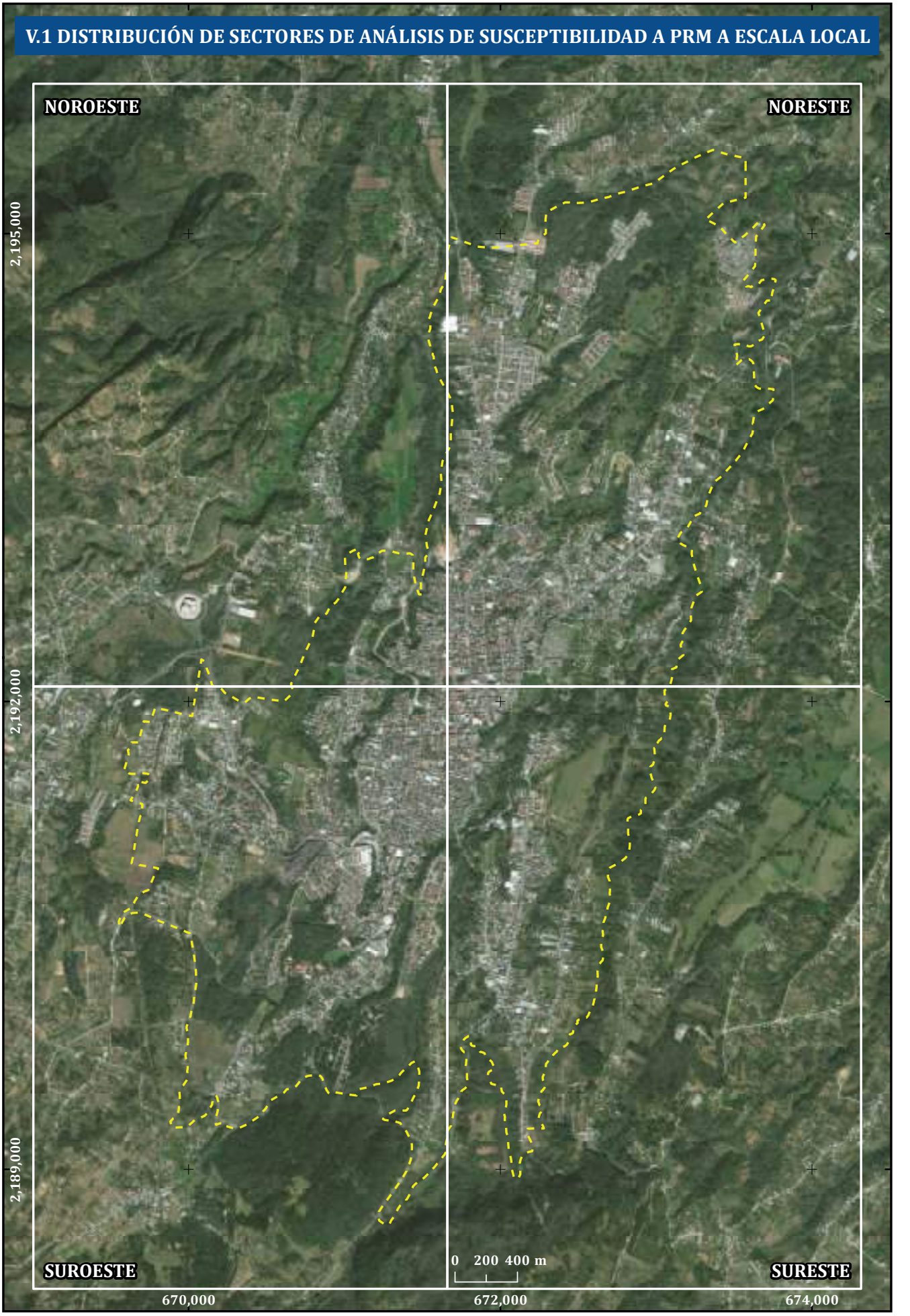
Development Core Team R. (2003). A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing Vienna, Austria.

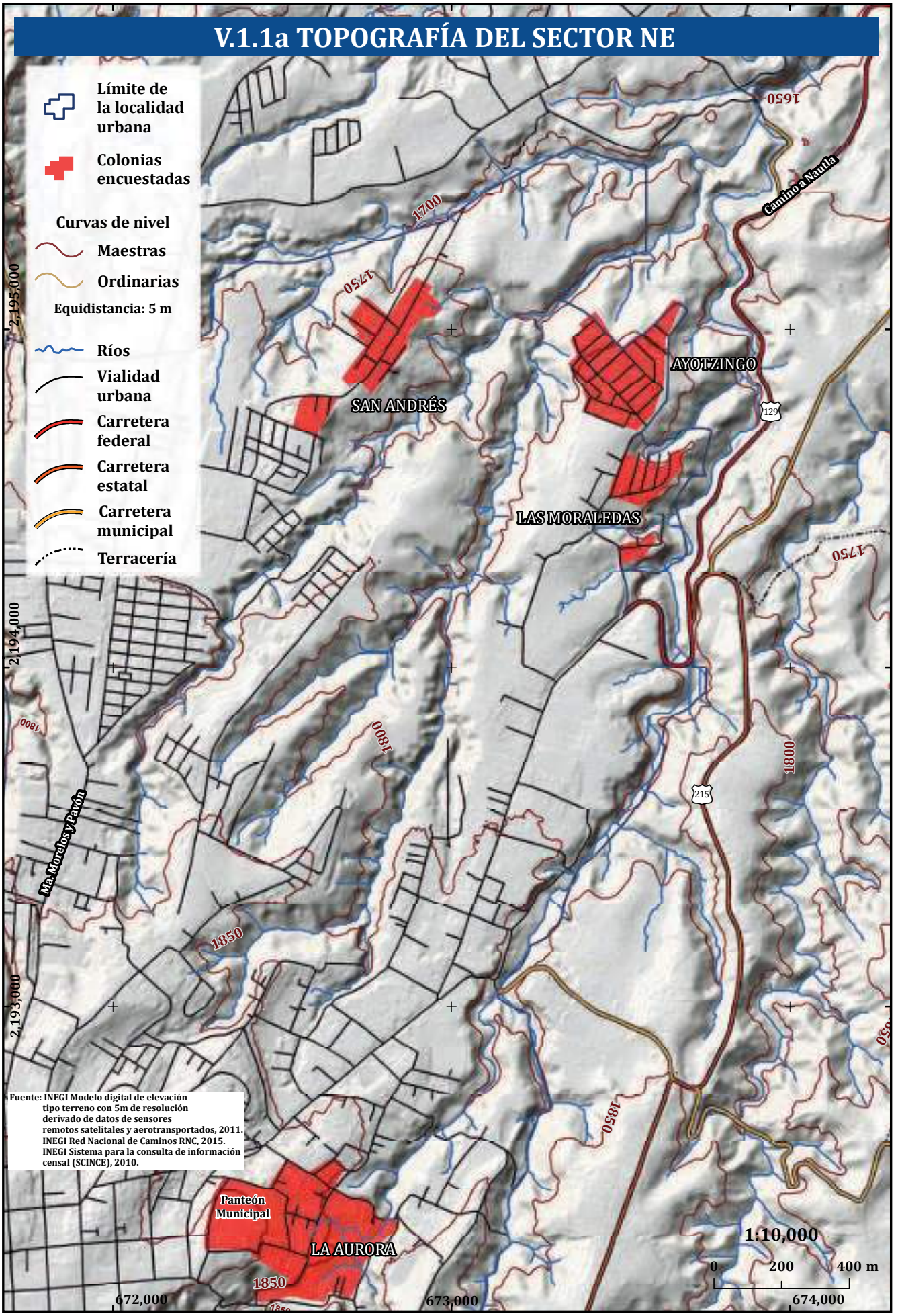
Remondo, J., González A., De Terán, J. R. D., Cendrero, A., Fabbri, A., Chung, C. J. F. (2003). Validation of landslide susceptibility maps; examples and applications from a case study in Northern Spain. *Nat. Hazards*, 30:437-449.

Van Westen, C. J., Seijmonsberge, A. C., Mantovani, F. (1999). Comparing landslide hazard maps. *Natural Hazard*, 20:137-158.

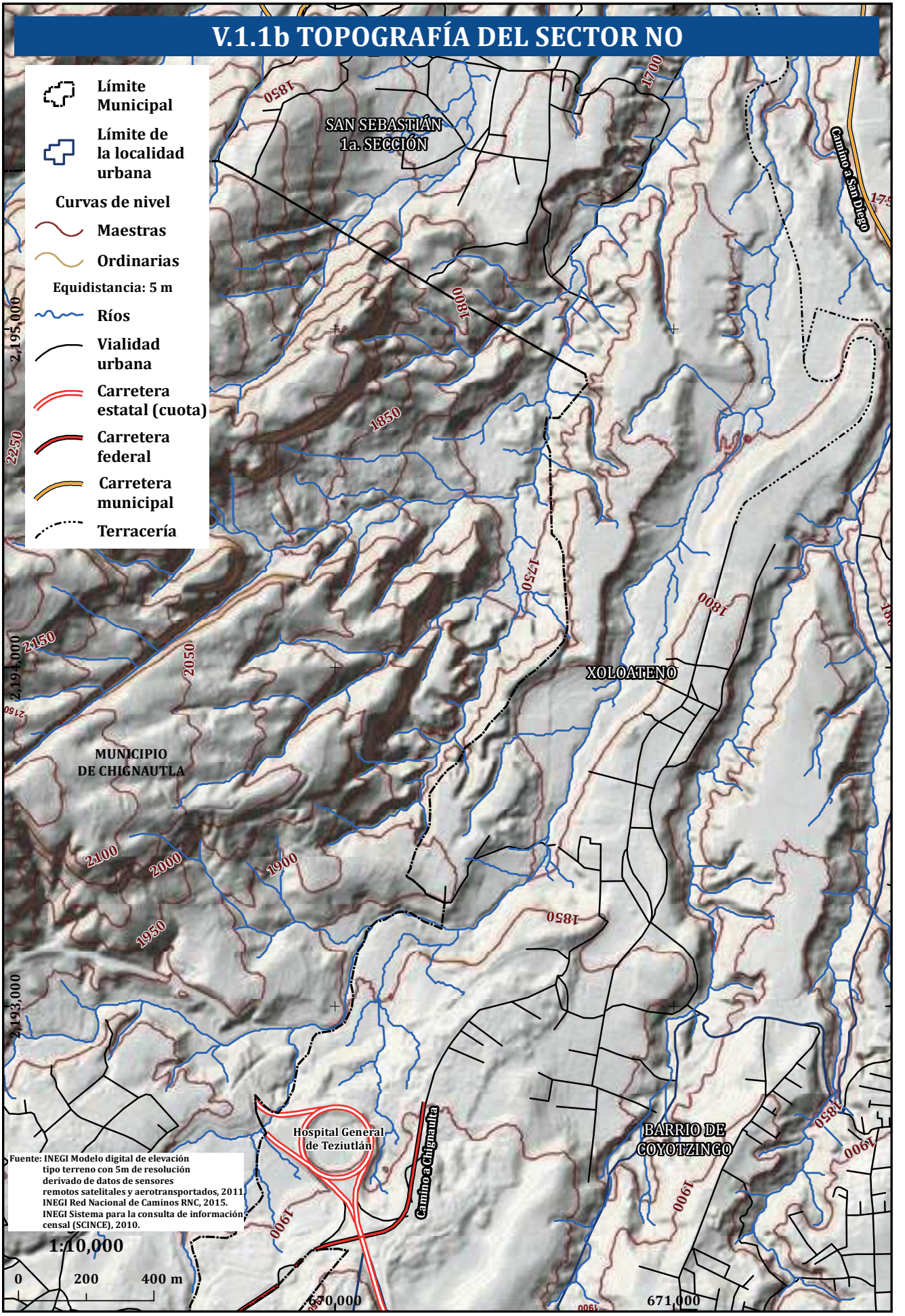
Xie, M., Esaki, T., Zhou, G. (2004). GIS based probabilistic mapping of landslide hazard using a three dimensional deterministic model. *Natural Hazards*, 33:265-282.

V.1 DISTRIBUCIÓN DE SECTORES DE ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD A PRM A ESCALA LOCAL

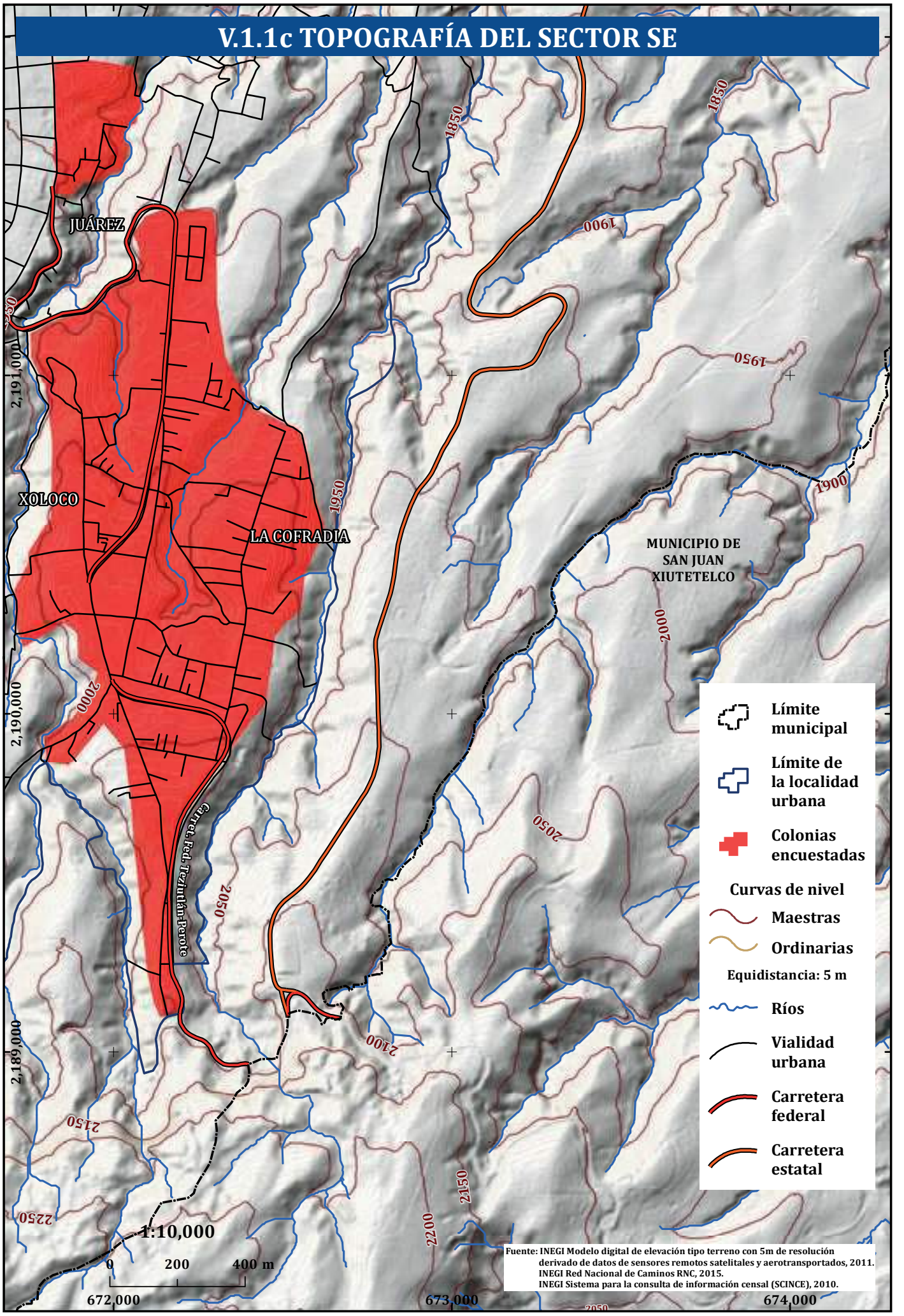



V.1.1a TOPOGRAFÍA DEL SECTOR NE
Límite de la localidad urbana
Colonias encuestadas
Curvas de nivel
Maestras
Ordinarias
Equidistancia: 5 m
Ríos
Vialidad urbana
Carretera federal
Carretera estatal
Carretera municipal
Terracería
1650
1700
1750
1800
1850
Camino a Nautla
SAN ANDRÉS
AYOTZINGO
LAS MORALEDAS
129
215
Ma. Morelos y Pavón
Panteón Municipal
LA AURORA
2,195,000
2,194,000
2,193,000
672,000
673,000
674,000
1:10,000
0
200
400 m
Fuente: INEGI Modelo digital de elevación tipo terreno con 5m de resolución derivado de datos de sensores remotos satelitales y aerotransportados, 2011. INEGI Red Nacional de Caminos RNC, 2015. INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

V.1.1b TOPOGRAFÍA DEL SECTOR NO

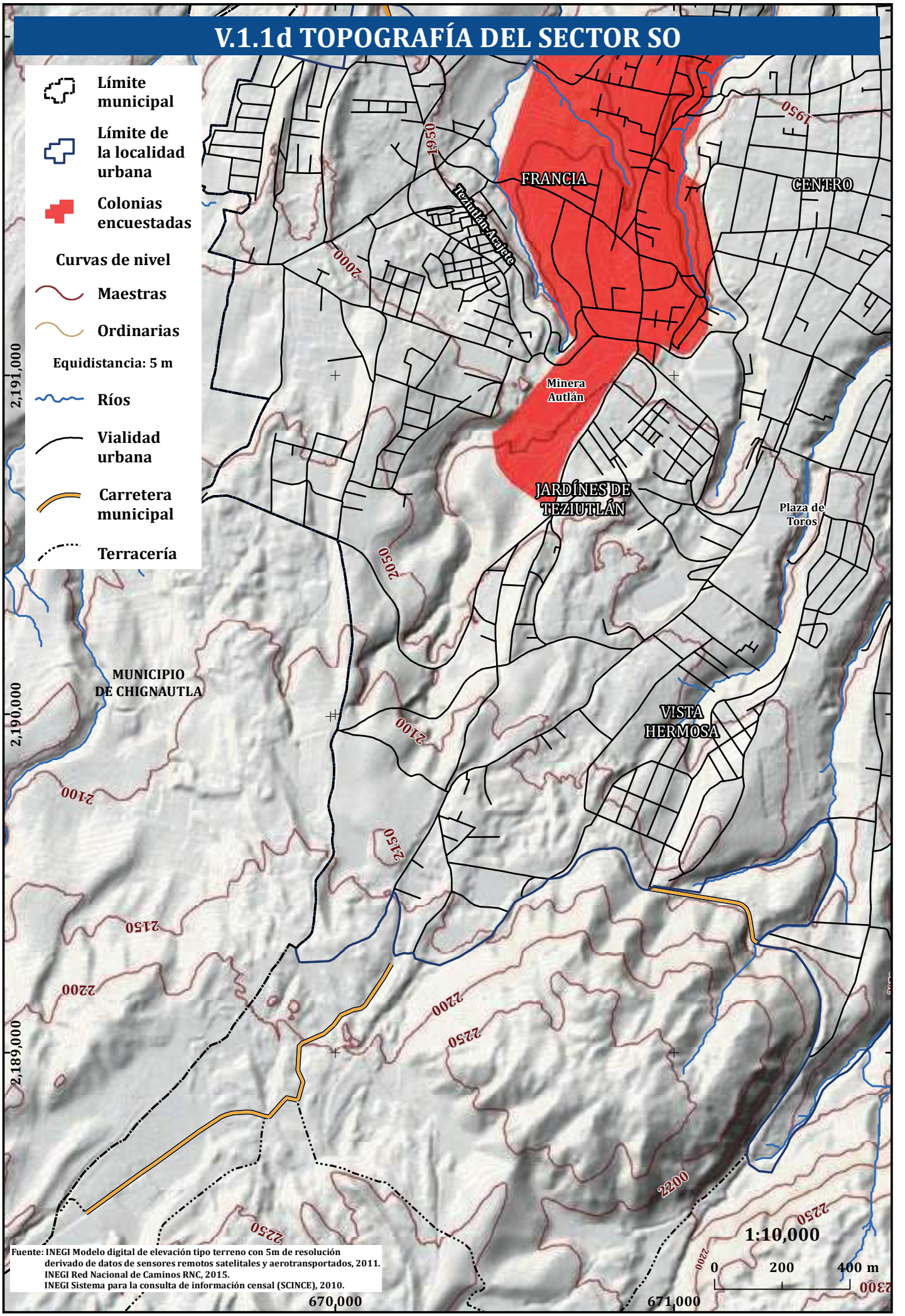


V.1.1c TOPOGRAFÍA DEL SECTOR SE

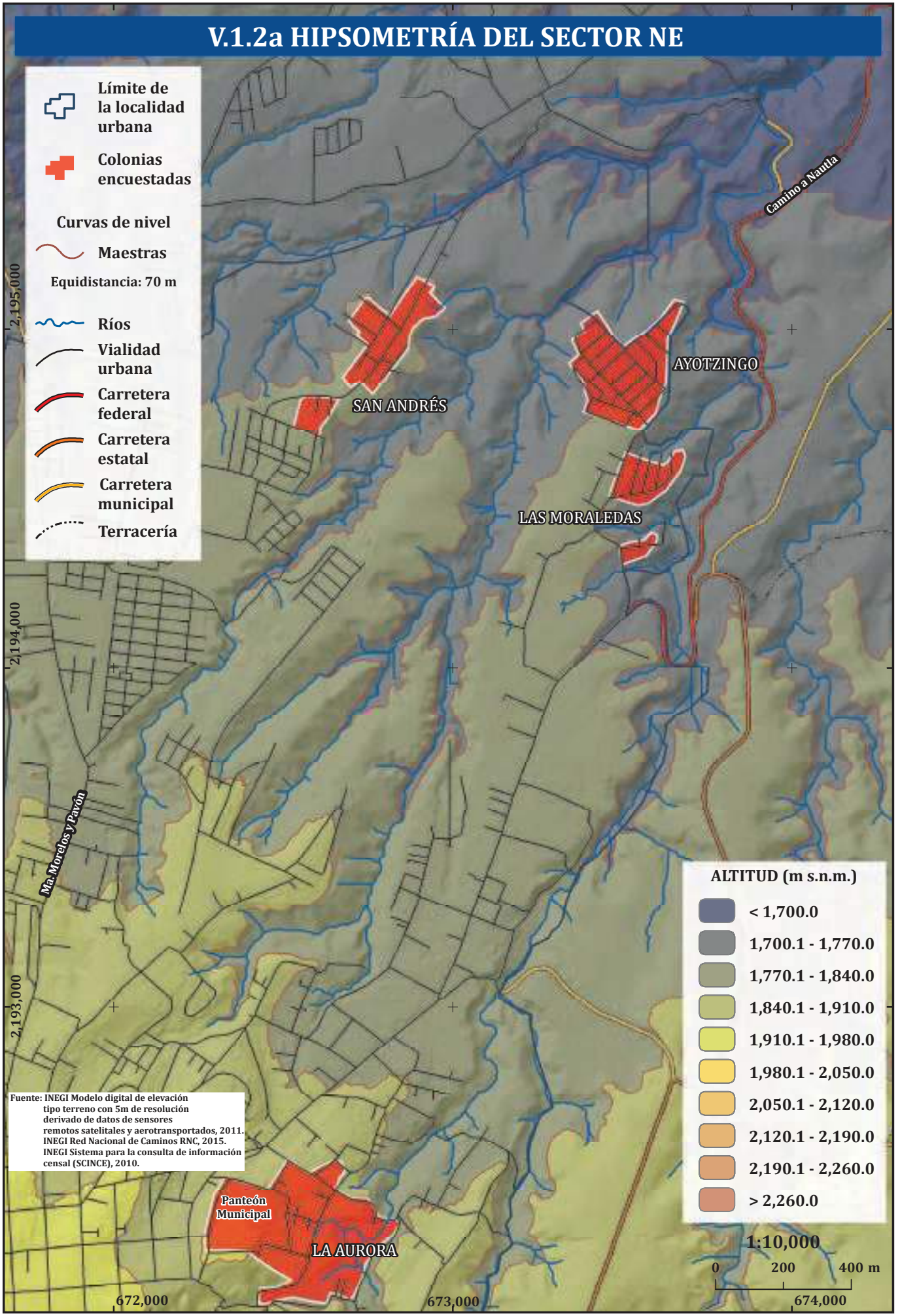


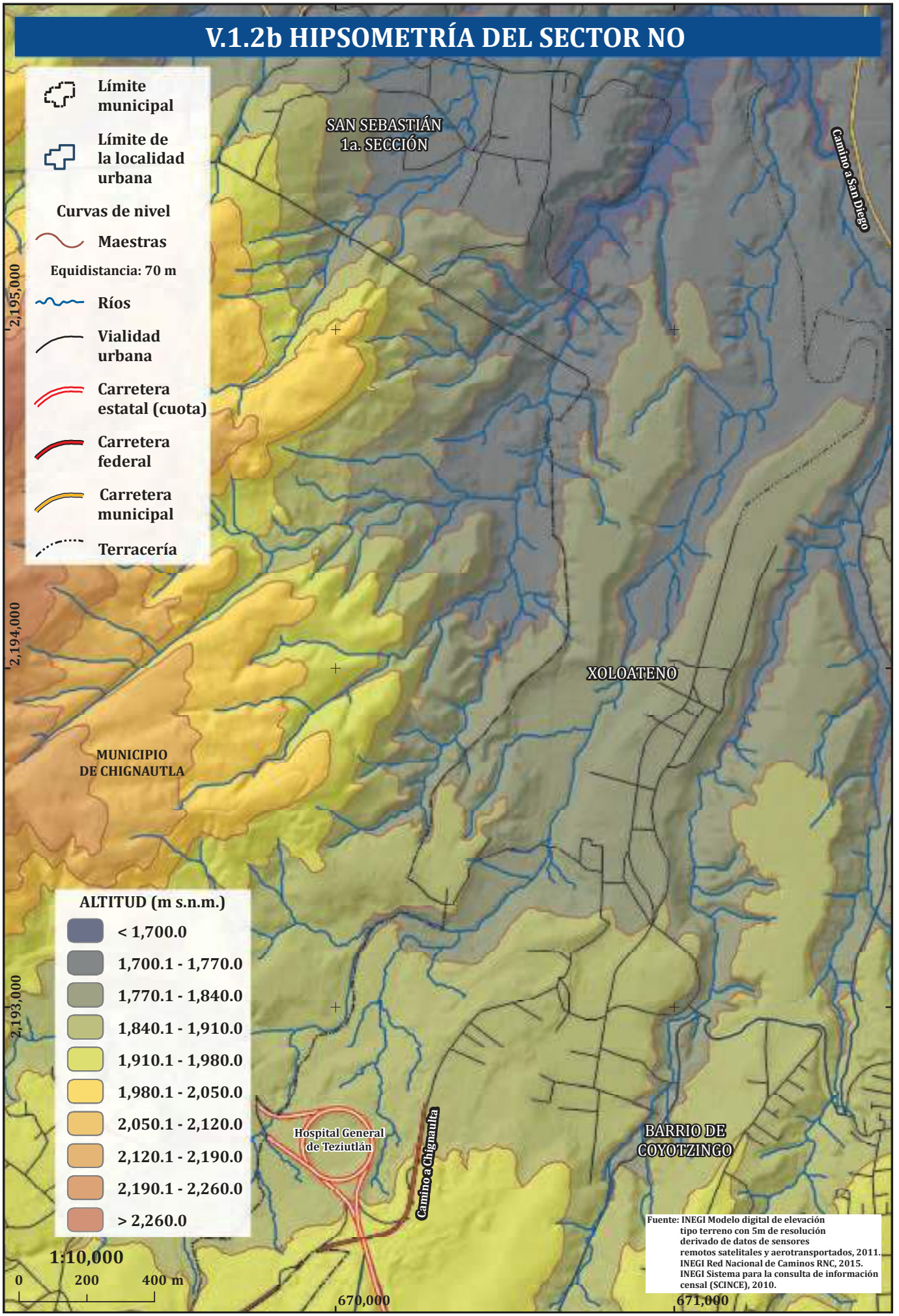
Fuente: INEGI Modelo digital de elevación tipo terreno con 5m de resolución derivado de datos de sensores remotos satelitales y aerotransportados, 2011.
INEGI Red Nacional de Caminos RNC, 2015.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

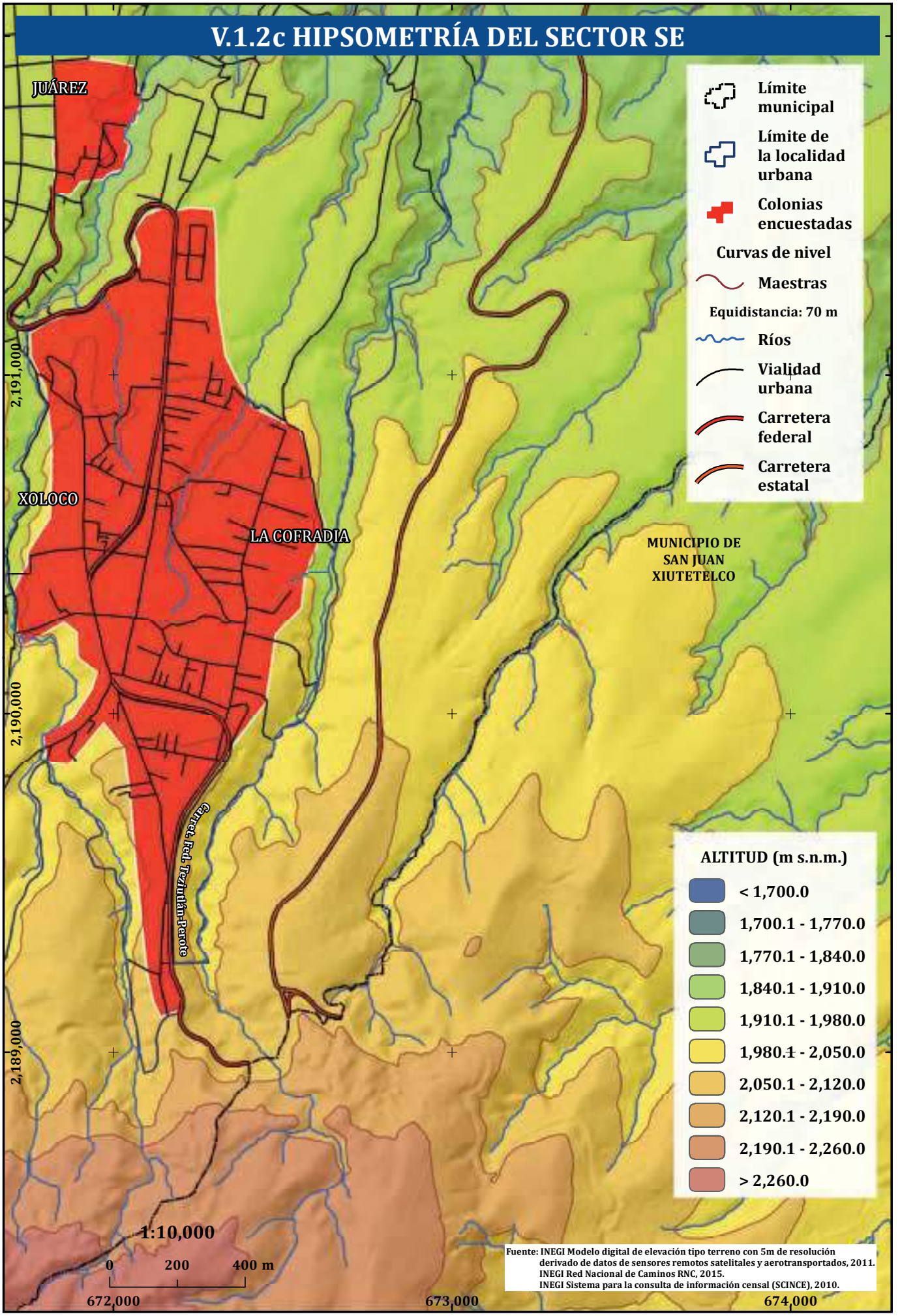
V.1.1d TOPOGRAFÍA DEL SECTOR SO

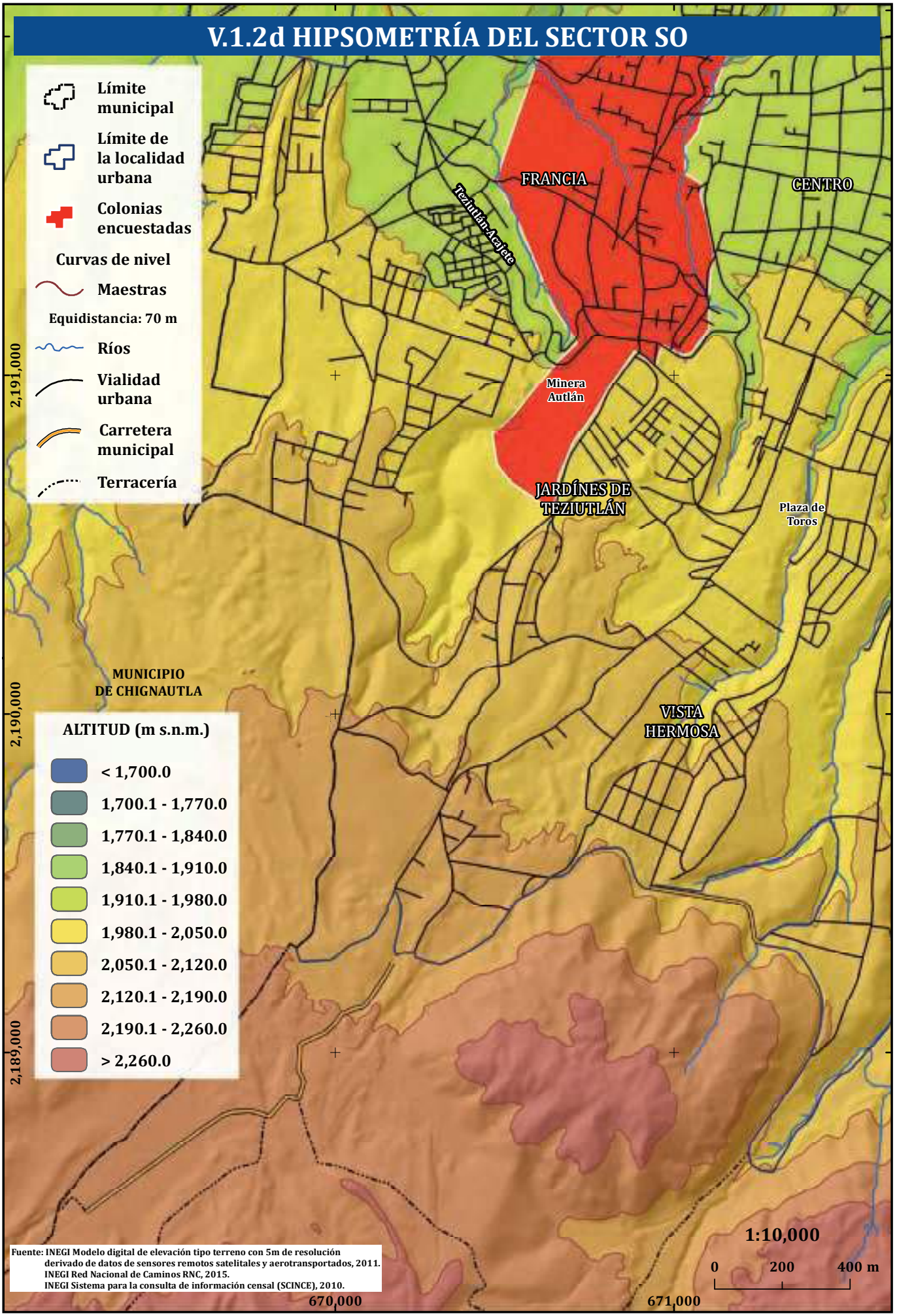


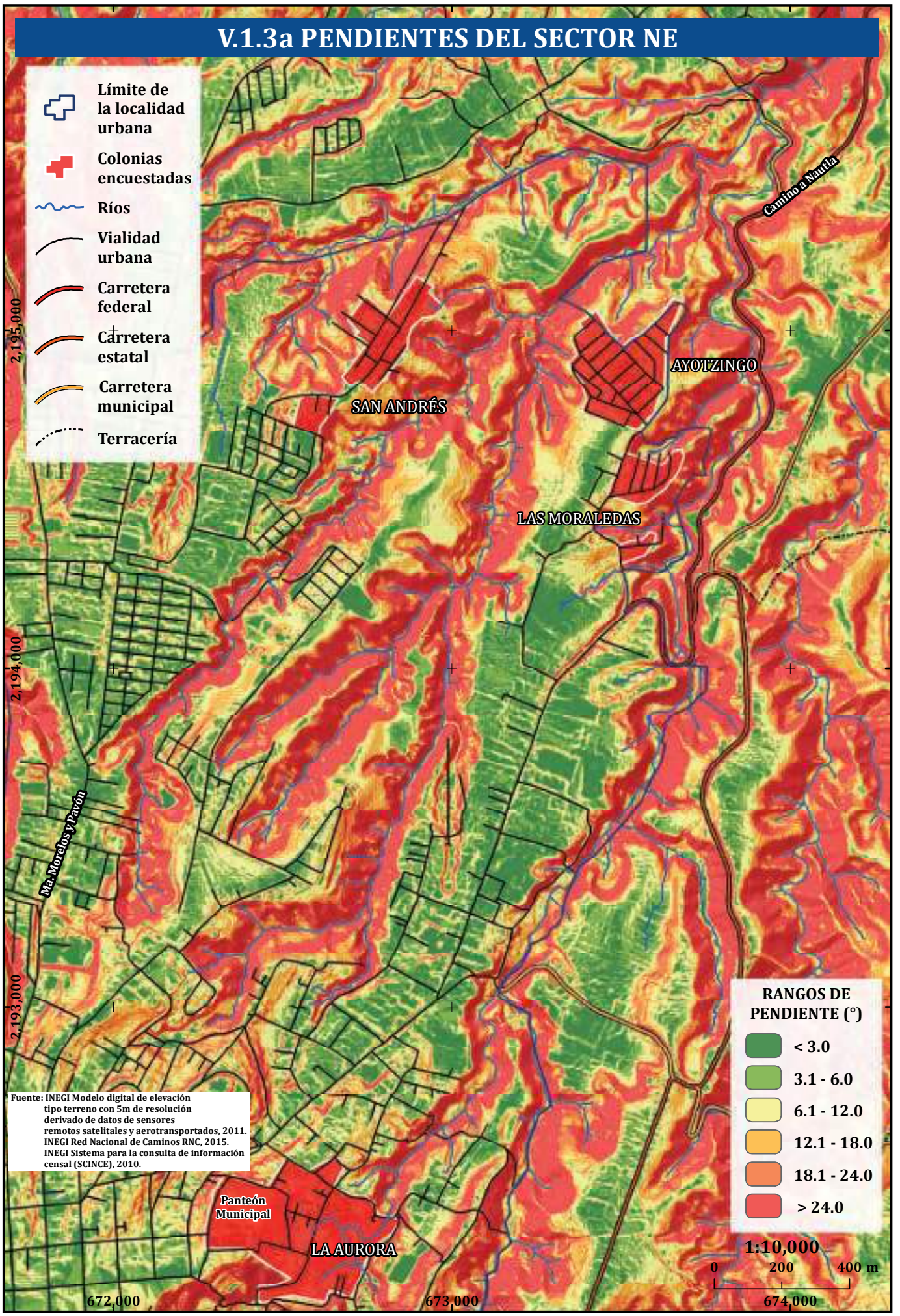
Fuente: INEGI Modelo digital de elevación tipo terreno con 5m de resolución derivado de datos de sensores remotos satelitales y aerotransportados, 2011.
INEGI Red Nacional de Caminos RNC, 2015.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

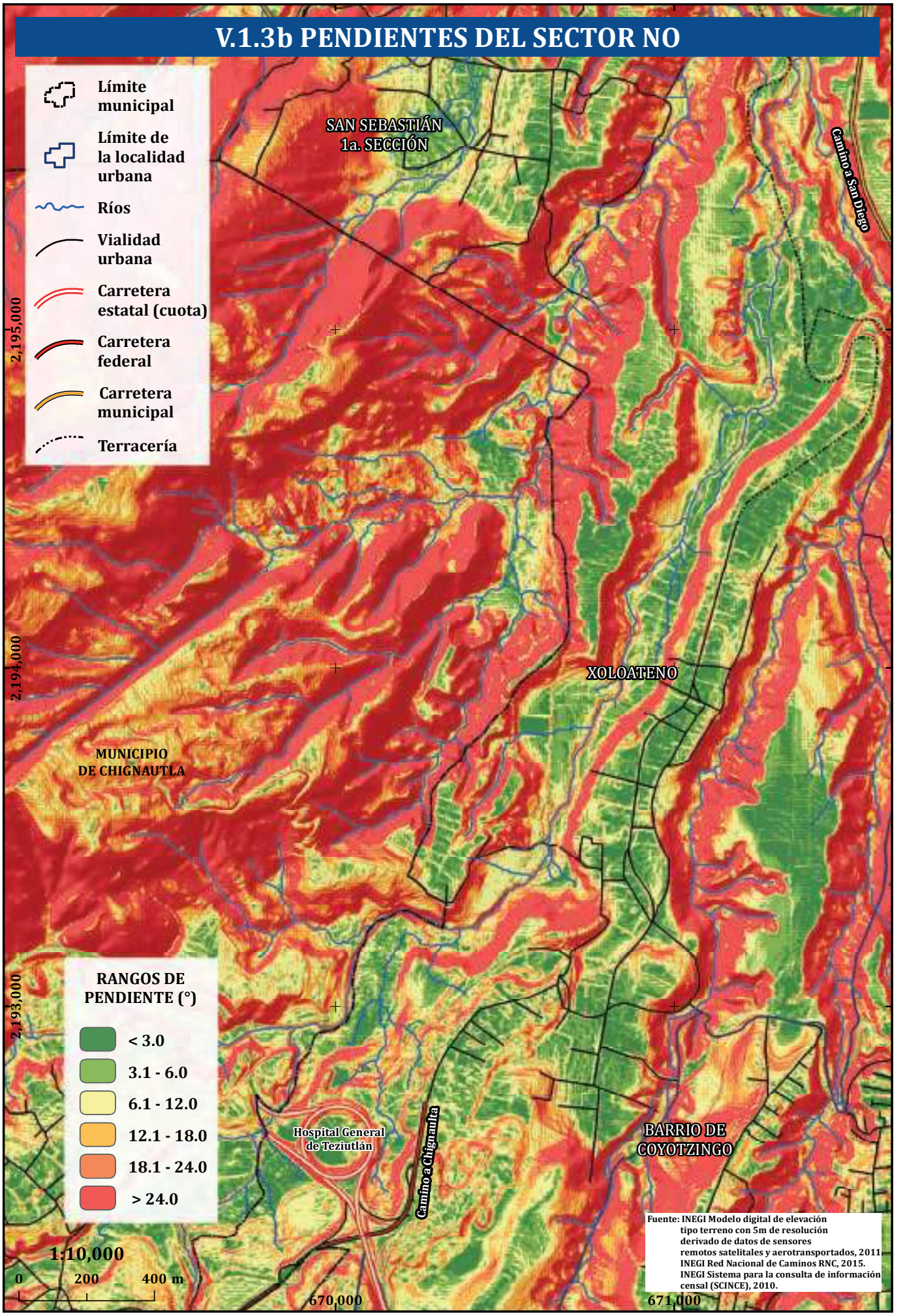

V.1.2a HIPSOMETRÍA DEL SECTOR NE
Límite de la localidad urbana
Colonias encuestadas
Curvas de nivel
Maestras
Equidistancia: 70 m
Ríos
Vialidad urbana
Carretera federal
Carretera estatal
Carretera municipal
Terracería
Camino a Nautla
AYOTZINGO
SAN ANDRÉS
LAS MORALEDAS
Ma. Morelos y Pavón
Panteón Municipal
LA AURORA
2,195,000
2,194,000
2,193,000
672,000
673,000
674,000
ALTITUD (m s.n.m.)
< 1,700.0
1,700.1 - 1,770.0
1,770.1 - 1,840.0
1,840.1 - 1,910.0
1,910.1 - 1,980.0
1,980.1 - 2,050.0
2,050.1 - 2,120.0
2,120.1 - 2,190.0
2,190.1 - 2,260.0
> 2,260.0
1:10,000
0 200 400 m
Fuente: INEGI Modelo digital de elevación tipo terreno con 5m de resolución derivado de datos de sensores remotos satelitales y aerotransportados, 2011. INEGI Red Nacional de Caminos RNC, 2015. INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

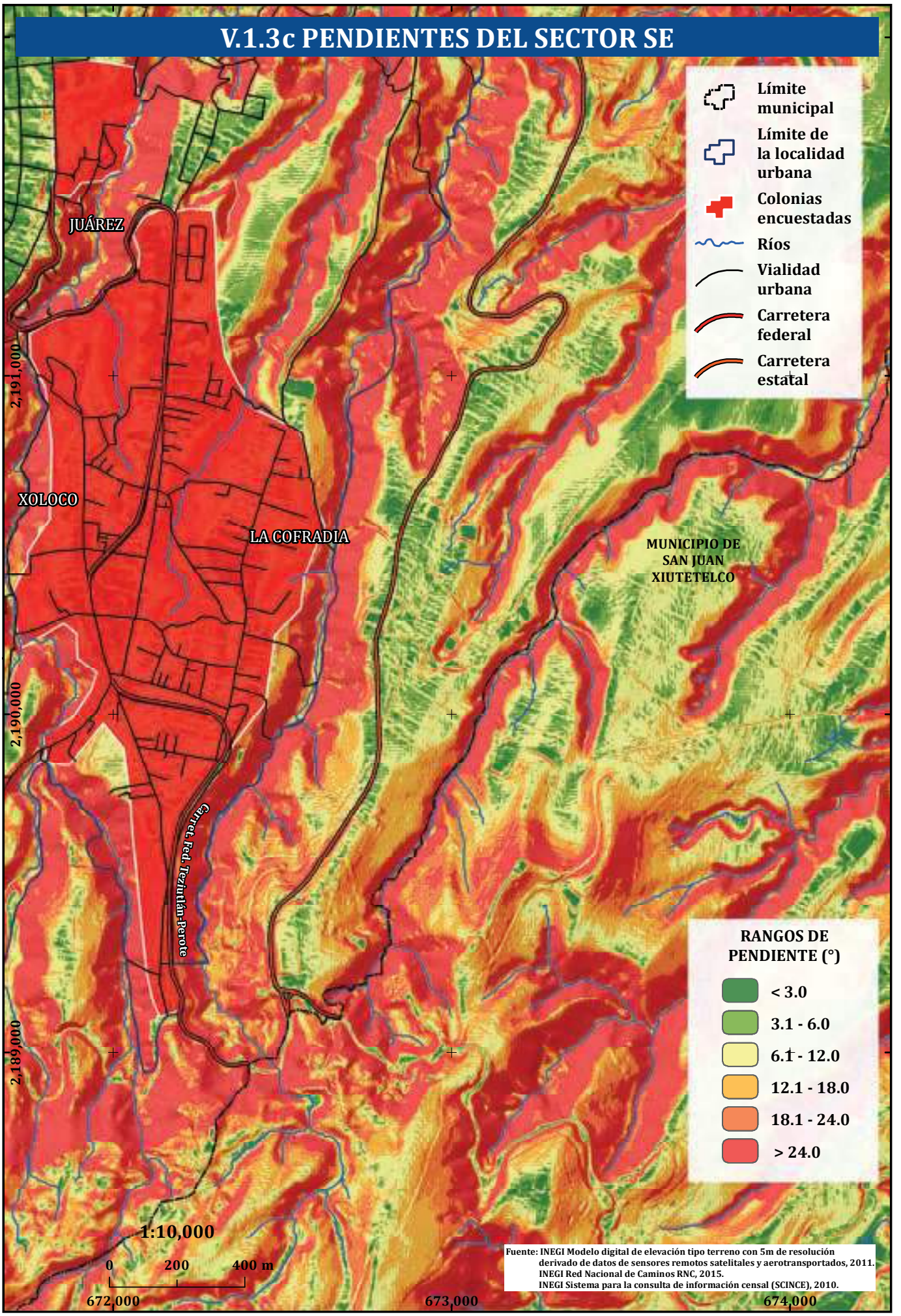

V.1.2b HIPSOMETRÍA DEL SECTOR NO
Límite municipal
Límite de la localidad urbana
Curvas de nivel
Maestras
Equidistancia: 70 m
Ríos
Vialidad urbana
Carretera estatal (cuota)
Carretera federal
Carretera municipal
Terracería
SAN SEBASTIÁN 1a. SECCIÓN
Camino a San Diego
XOLOATENO
MUNICIPIO DE CHIGNAUTLA
Hospital General de Teziutlán
Camino a Chignautla
BARRIO DE COYOTZINGO
ALTITUD (m s.n.m.)
< 1,700.0
1,700.1 - 1,770.0
1,770.1 - 1,840.0
1,840.1 - 1,910.0
1,910.1 - 1,980.0
1,980.1 - 2,050.0
2,050.1 - 2,120.0
2,120.1 - 2,190.0
2,190.1 - 2,260.0
> 2,260.0
1:10,000
0 200 400 m
2,195,000
2,194,000
2,193,000
670,000
671,000
Fuente: INEGI Modelo digital de elevación tipo terreno con 5m de resolución derivado de datos de sensores remotos satelitales y aerotransportados, 2011. INEGI Red Nacional de Caminos RNC, 2015. INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

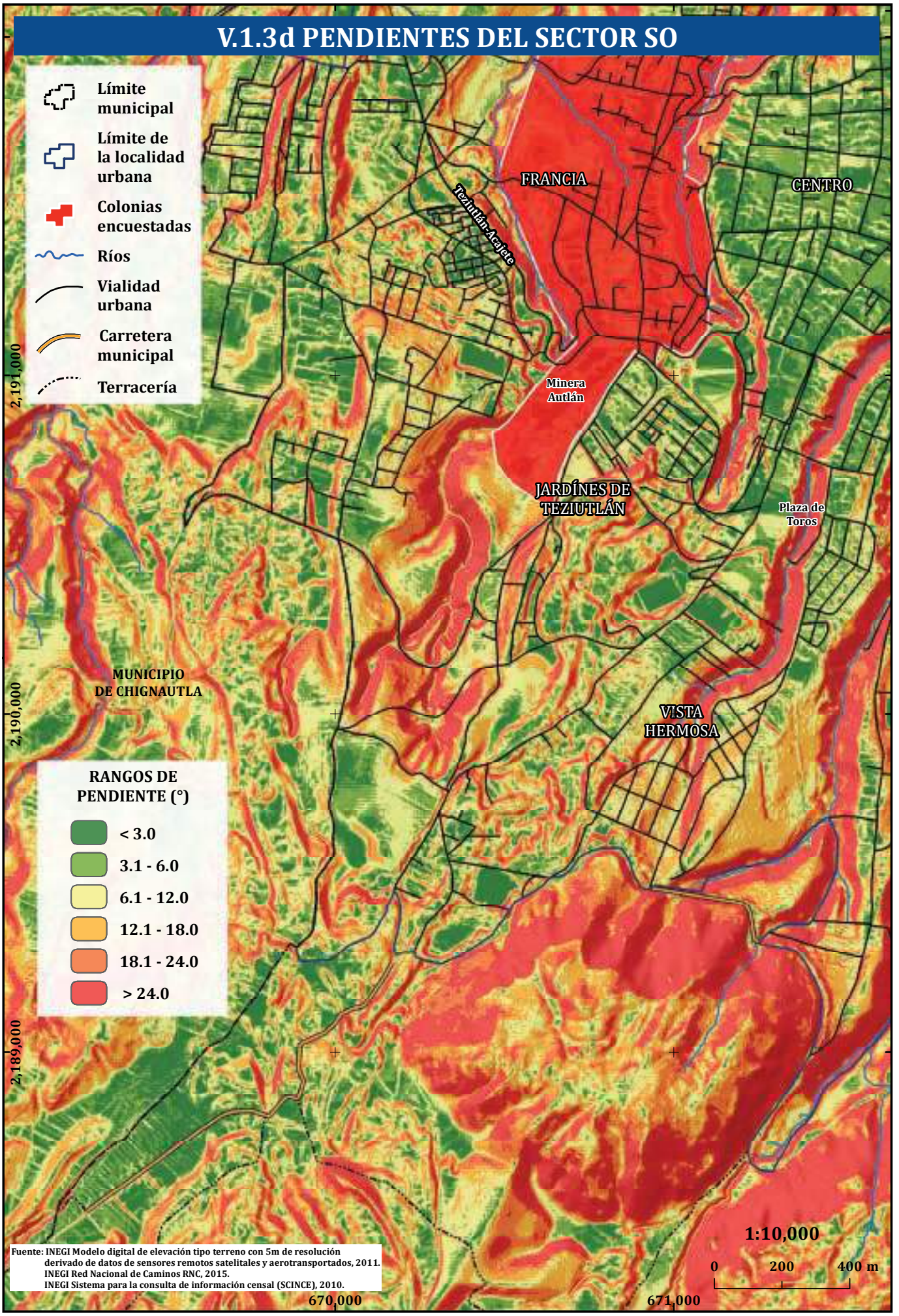

V.1.2c HIPSOMETRÍA DEL SECTOR SE
JUÁREZ
XOLOCO
LA COFRADIA
MUNICIPIO DE SAN JUAN XIUTETELCO
Carr. Fed. Teziutlán-Perote
Límite municipal
Límite de la localidad urbana
Colonias encuestadas
Curvas de nivel
Maestras
Equidistancia: 70 m
Ríos
Vialidad urbana
Carretera federal
Carretera estatal
ALTITUD (m s.n.m.)
< 1,700.0
1,700.1 - 1,770.0
1,770.1 - 1,840.0
1,840.1 - 1,910.0
1,910.1 - 1,980.0
1,980.1 - 2,050.0
2,050.1 - 2,120.0
2,120.1 - 2,190.0
2,190.1 - 2,260.0
> 2,260.0
2,191,000
2,190,000
2,189,000
672,000
673,000
674,000
1:10,000
0 200 400 m
Fuente: INEGI Modelo digital de elevación tipo terreno con 5m de resolución derivado de datos de sensores remotos satelitales y aerotransportados, 2011.
INEGI Red Nacional de Caminos RNC, 2015.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

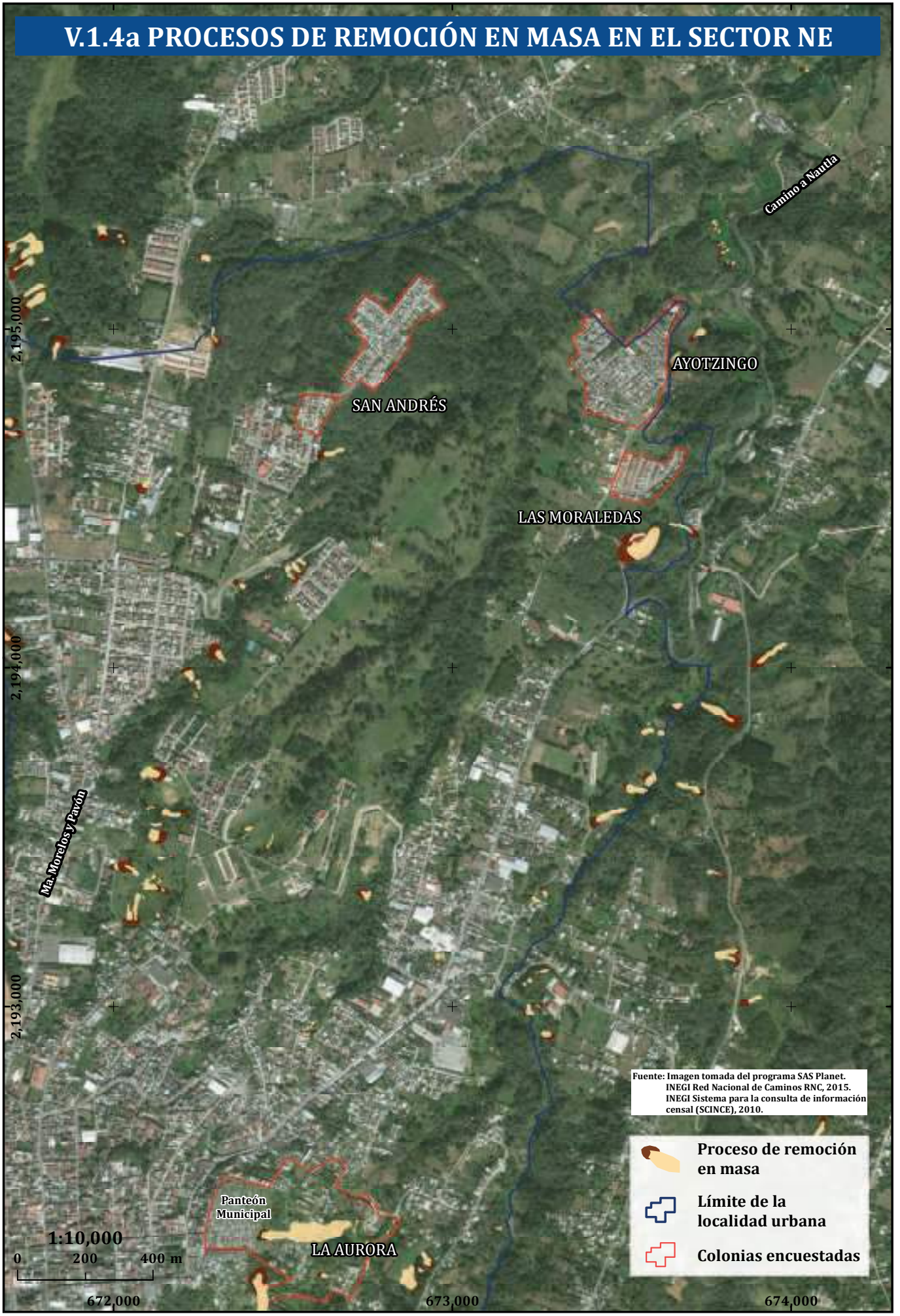

V.1.2d HIPSOMETRÍA DEL SECTOR SO
Límite municipal
Límite de la localidad urbana
Colonias encuestadas
Curvas de nivel
Maestras
Equidistancia: 70 m
Ríos
Vialidad urbana
Carretera municipal
Terracería
FRANCIA
CENTRO
Teziutlán-Acajete
Minera Autlán
JARDÍNES DE TEZIUTLÁN
Plaza de Toros
MUNICIPIO DE CHIGNAUTLA
VISTA HERMOSA
ALTITUD (m s.n.m.)
< 1,700.0
1,700.1 - 1,770.0
1,770.1 - 1,840.0
1,840.1 - 1,910.0
1,910.1 - 1,980.0
1,980.1 - 2,050.0
2,050.1 - 2,120.0
2,120.1 - 2,190.0
2,190.1 - 2,260.0
> 2,260.0
2,191,000
2,190,000
2,189,000
670,000
671,000
1:10,000
0
200
400 m
Fuente: INEGI Modelo digital de elevación tipo terreno con 5m de resolución derivado de datos de sensores remotos satelitales y aerotransportados, 2011.
INEGI Red Nacional de Caminos RNC, 2015.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

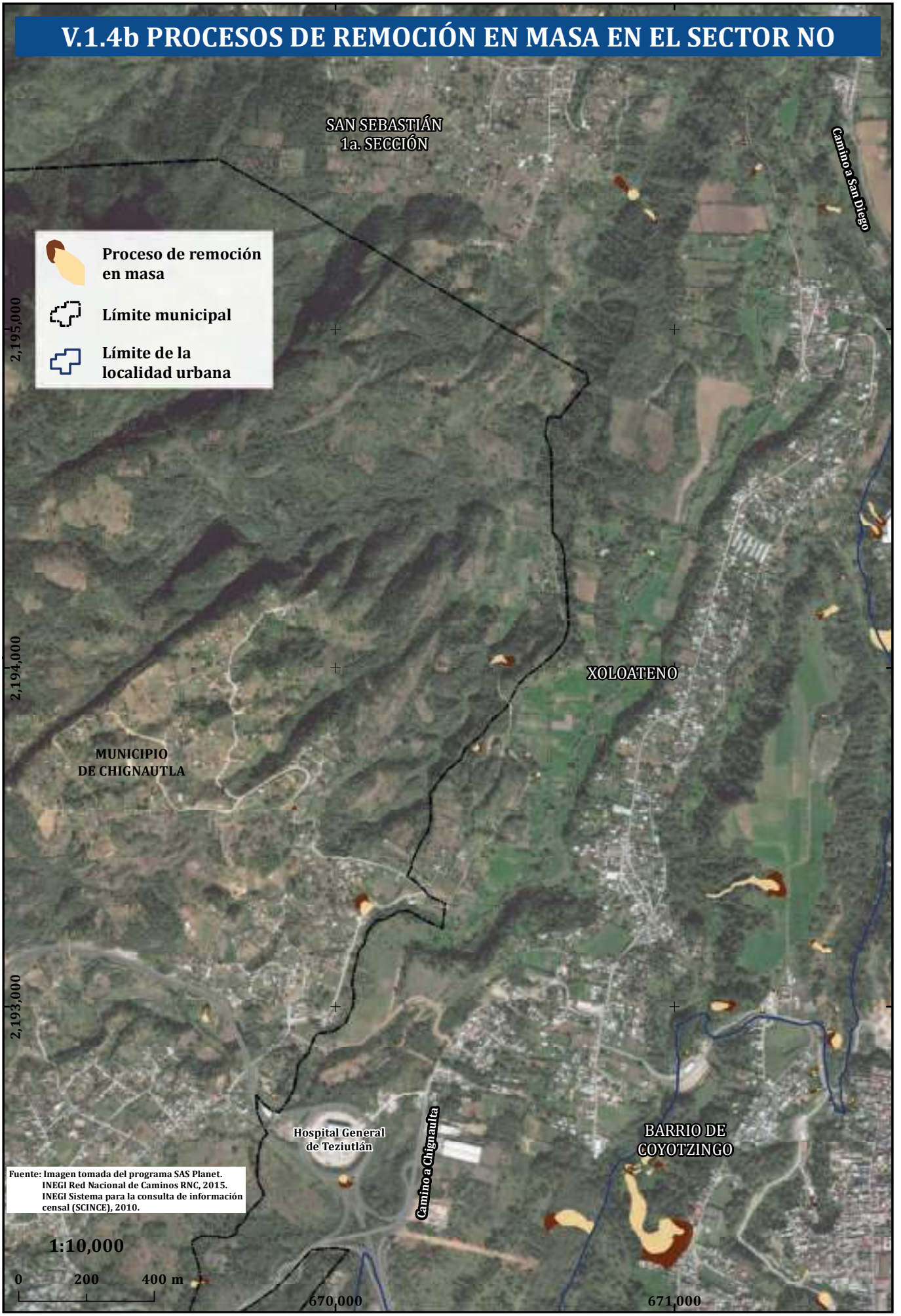

V.1.3a PENDIENTES DEL SECTOR NE
Límite de la localidad urbana
Colonias encuestadas
Ríos
Vialidad urbana
Carretera federal
Carretera estatal
Carretera municipal
Terracería
Camino a Nautla
AYOTZINGO
SAN ANDRÉS
LAS MORALEDAS
Ma. Morelos y Pavón
Panteón Municipal
LA AURORA
2,195,000
2,194,000
2,193,000
672,000
673,000
674,000
Fuente: INEGI Modelo digital de elevación tipo terreno con 5m de resolución derivado de datos de sensores remotos satelitales y aerotransportados, 2011. INEGI Red Nacional de Caminos RNC, 2015. INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.
RANGOS DE PENDIENTE (°)
< 3.0
3.1 - 6.0
6.1 - 12.0
12.1 - 18.0
18.1 - 24.0
> 24.0
1:10,000
0 200 400 m

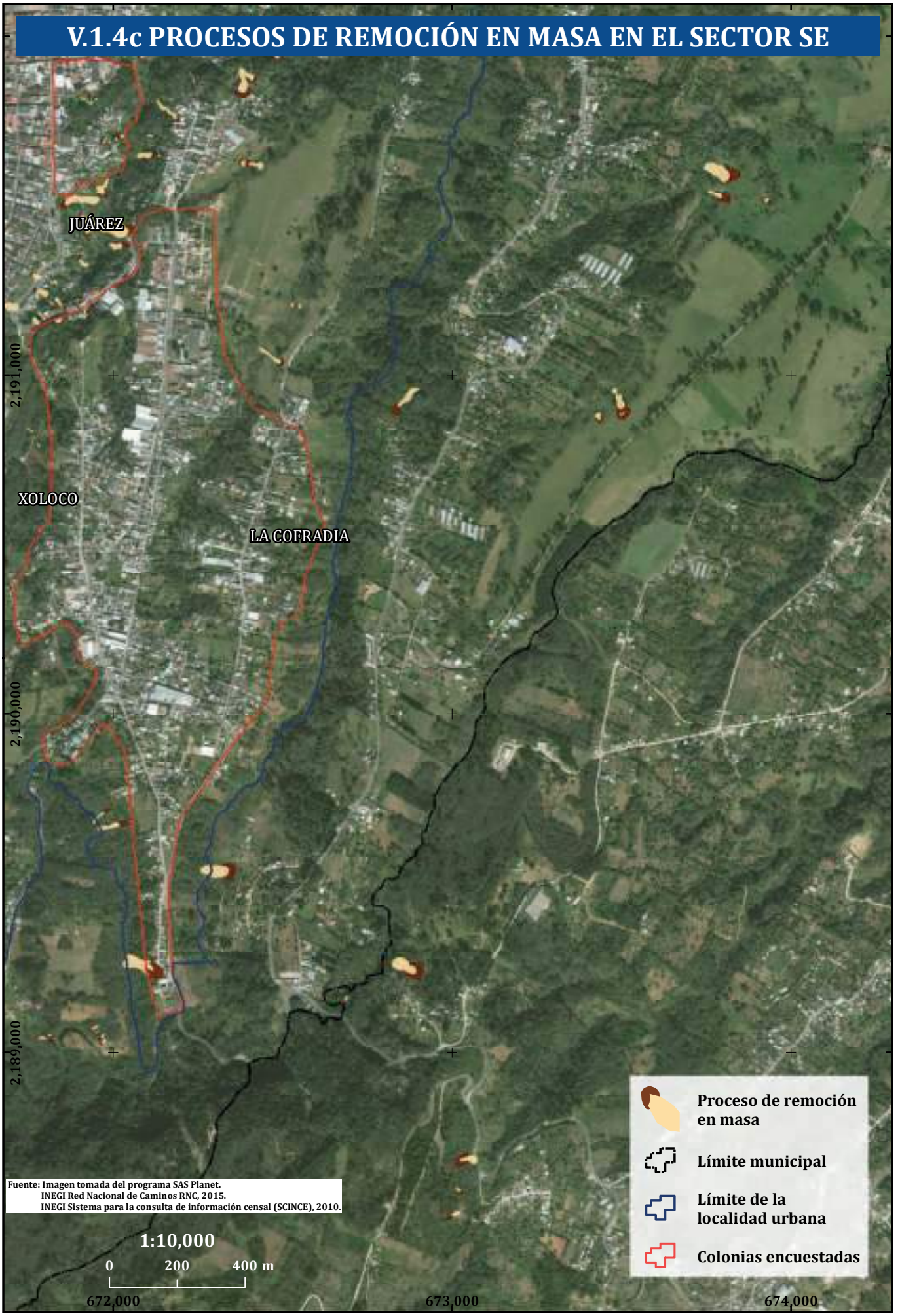

V.1.3b PENDIENTES DEL SECTOR NO
Límite municipal
Límite de la localidad urbana
Ríos
Vialidad urbana
Carretera estatal (cuota)
Carretera federal
Carretera municipal
Terracería
SAN SEBASTIÁN 1a. SECCIÓN
Camino a San Diego
XOLOATENO
MUNICIPIO DE CHIGNAUTLA
Hospital General de Teziutlán
Camino a Chignaulta
BARRIO DE COYOTZINGO
2,195,000
2,194,000
2,193,000
670,000
671,000
RANGOS DE PENDIENTE (°)
< 3.0
3.1 - 6.0
6.1 - 12.0
12.1 - 18.0
18.1 - 24.0
> 24.0
1:10,000
0 200 400 m
Fuente: INEGI Modelo digital de elevación tipo terreno con 5m de resolución derivado de datos de sensores remotos satelitales y aerotransportados, 2011. INEGI Red Nacional de Caminos RNC, 2015. INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.


V.1.3c PENDIENTES DEL SECTOR SE
Límite municipal
Límite de la localidad urbana
Colonias encuestadas
Ríos
Vialidad urbana
Carretera federal
Carretera estatal
JUÁREZ
XOLOCO
LA COFRADIA
MUNICIPIO DE SAN JUAN XIUTETELCO
Carret. Fed. Teziutlán-Perote
2,191,000
2,190,000
2,189,000
RANGOS DE PENDIENTE (°)
< 3.0
3.1 - 6.0
6.1 - 12.0
12.1 - 18.0
18.1 - 24.0
> 24.0
1:10,000
0
200
400 m
672,000
673,000
674,000
Fuente: INEGI Modelo digital de elevación tipo terreno con 5m de resolución derivado de datos de sensores remotos satelitales y aerotransportados, 2011.
INEGI Red Nacional de Caminos RNC, 2015.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

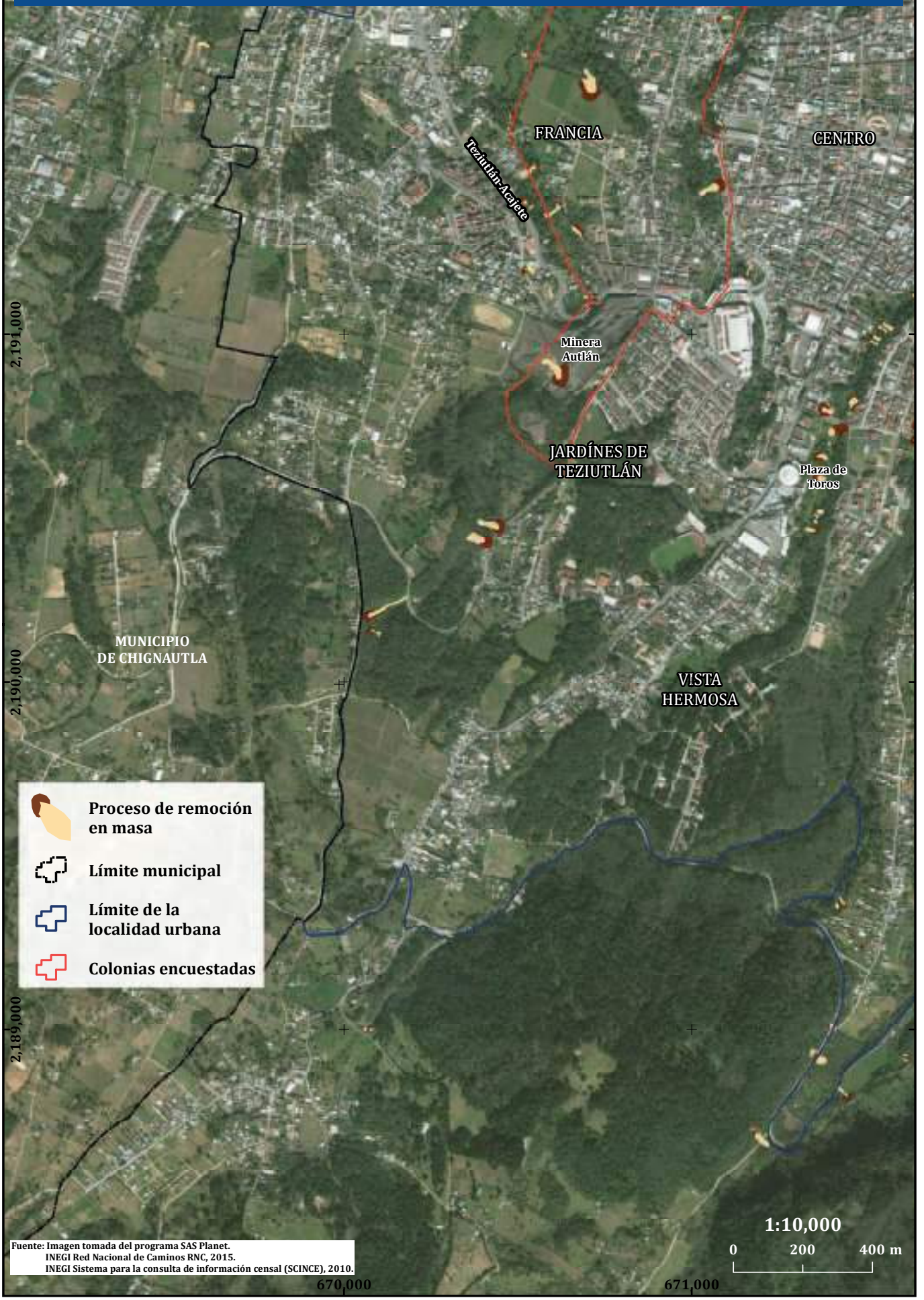

V.1.3d PENDIENTES DEL SECTOR SO
Límite municipal
Límite de la localidad urbana
Colonias encuestadas
Ríos
Vialidad urbana
Carretera municipal
Terracería
FRANCIA
CENTRO
Teziutlán-Acajete
Minera Autlán
JARDÍNES DE TEZIUTLÁN
Plaza de Toros
MUNICIPIO DE CHIGNAUTLA
VISTA HERMOSA
2,191,000
2,190,000
2,189,000
RANGOS DE PENDIENTE (°)
< 3.0
3.1 - 6.0
6.1 - 12.0
12.1 - 18.0
18.1 - 24.0
> 24.0
Fuente: INEGI Modelo digital de elevación tipo terreno con 5m de resolución derivado de datos de sensores remotos satelitales y aerotransportados, 2011.
INEGI Red Nacional de Caminos RNC, 2015.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.
670,000
671,000
1:10,000
0
200
400 m


V.1.4a PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA EN EL SECTOR NE
Camino a Nautla
AYOTZINGO
SAN ANDRÉS
LAS MORALEDAS
Ma. Morelos y Pavón
Panteón Municipal
LA AURORA
2,195,000
2,194,000
2,193,000
672,000
673,000
674,000
1:10,000
0 200 400 m
Fuente: Imagen tomada del programa SAS Planet.
INEGI Red Nacional de Caminos RNC, 2015.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.
Proceso de remoción en masa
Límite de la localidad urbana
Colonias encuestadas

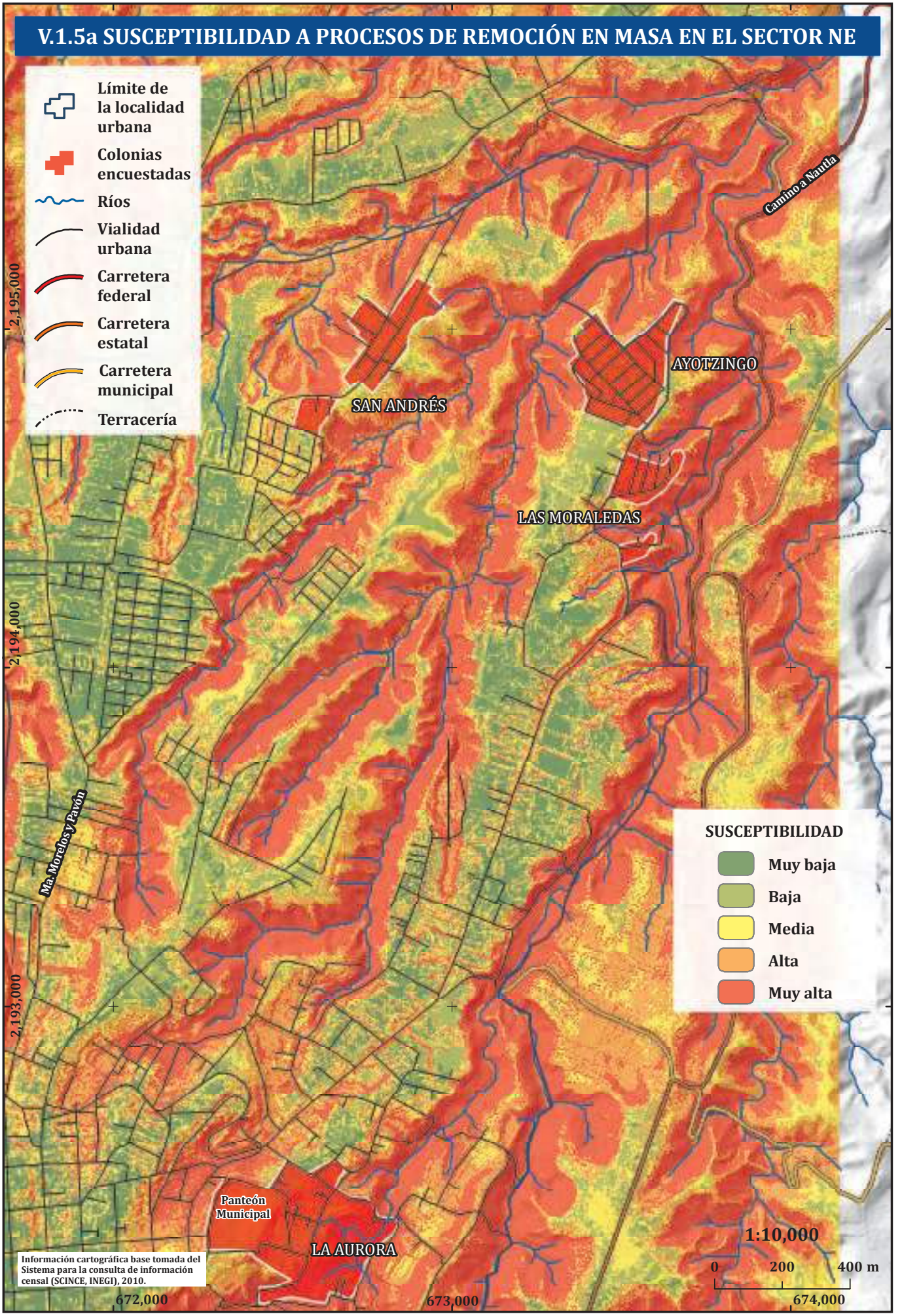

V.1.4b PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA EN EL SECTOR NO
SAN SEBASTIÁN
1a. SECCIÓN
Camino a San Diego
Proceso de remoción en masa
Límite municipal
Límite de la localidad urbana
2,195,000
2,194,000
2,193,000
XOLOATENO
MUNICIPIO
DE CHIGNAUTLA
Hospital General
de Teziutlán
Camino a Chignaulta
BARRIO DE
COYOTZINGO
Fuente: Imagen tomada del programa SAS Planet.
INEGI Red Nacional de Caminos RNC, 2015.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.
1:10,000
0
200
400 m
670,000
671,000

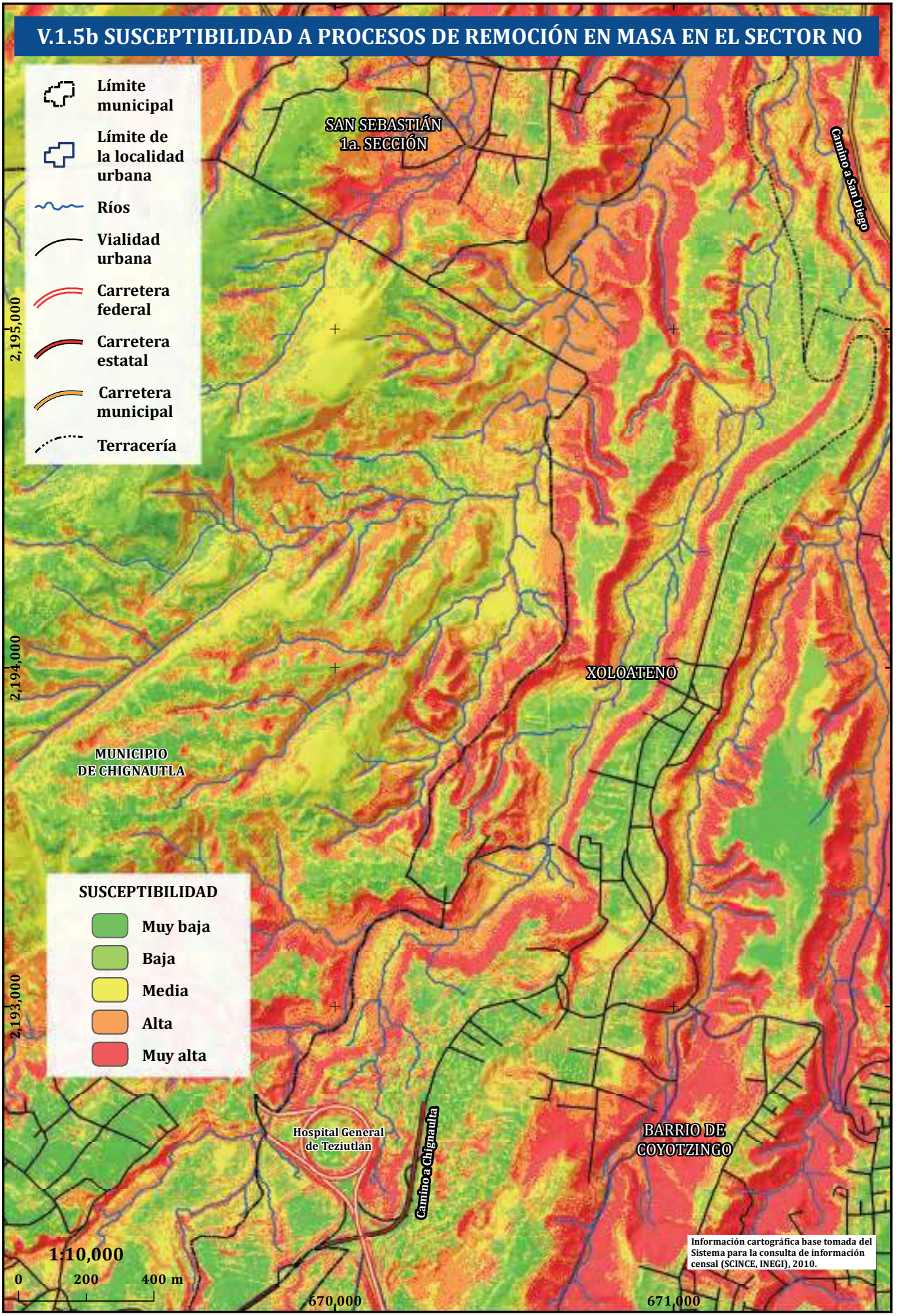

V.1.4c PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA EN EL SECTOR SE
JUÁREZ
XOLOCO
LA COFRADIA
2,191,000
2,190,000
2,189,000
672,000
673,000
674,000
Proceso de remoción en masa
Límite municipal
Límite de la localidad urbana
Colonias encuestadas
1:10,000
0
200
400 m
Fuente: Imagen tomada del programa SAS Planet.
INEGI Red Nacional de Caminos RNC, 2015.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.

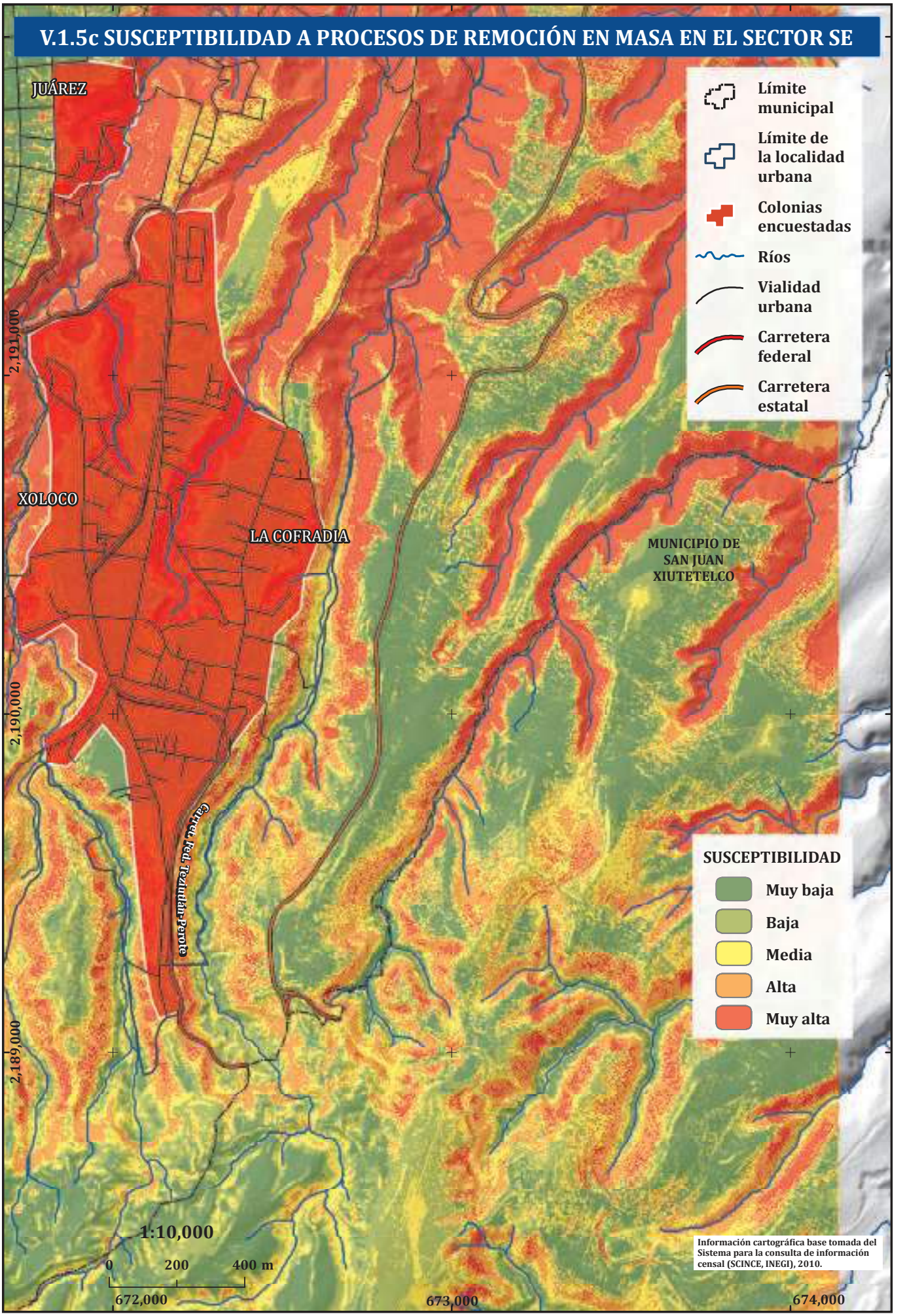
V.1.4d PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA EN EL SECTOR SO

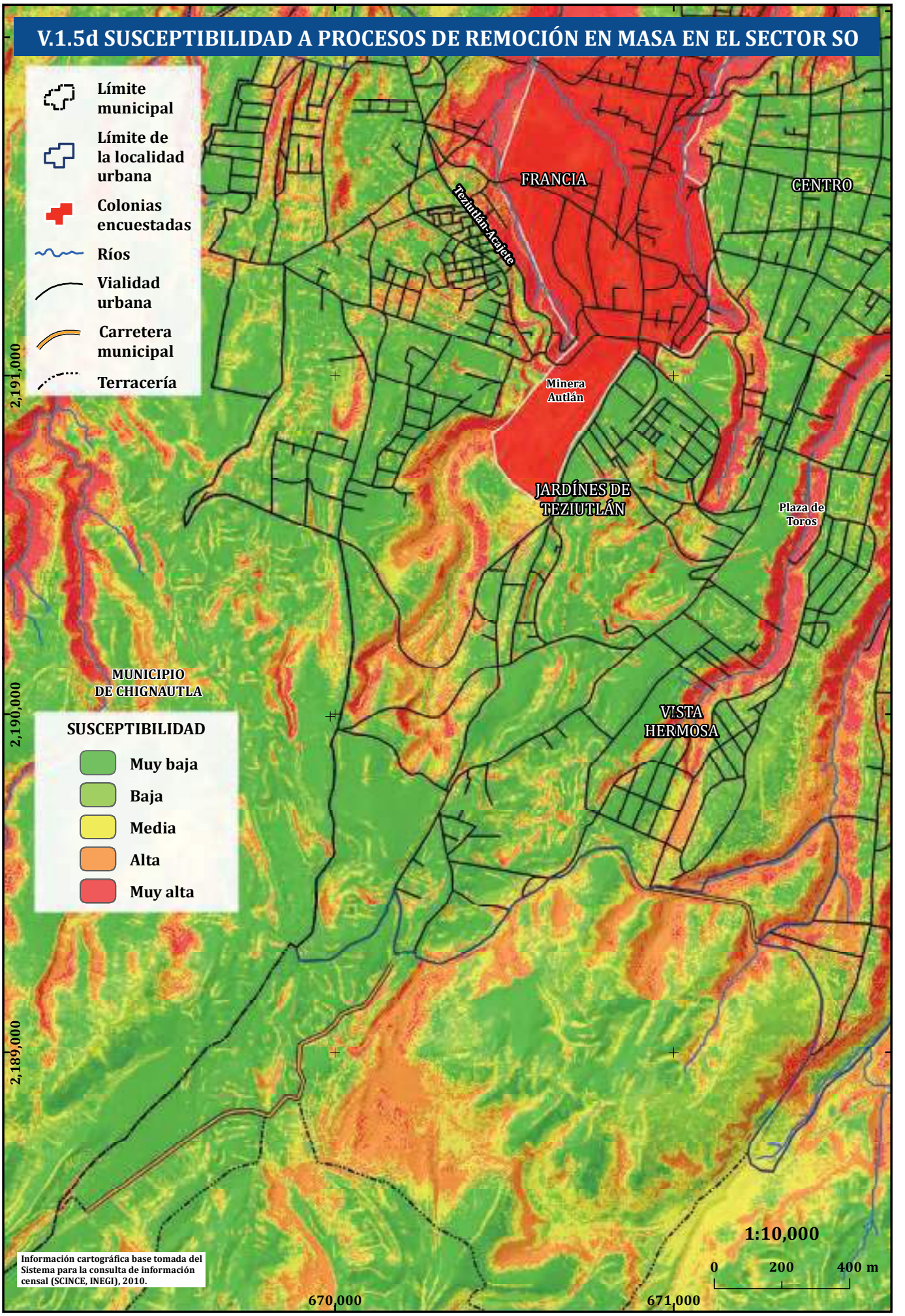


Fuente: Imagen tomada del programa SAS Planet.
INEGI Red Nacional de Caminos RNC, 2015.
INEGI Sistema para la consulta de información censal (SCINCE), 2010.


V.1.5a SUSCEPTIBILIDAD A PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA EN EL SECTOR NE
Límite de la localidad urbana
Colonias encuestadas
Ríos
Vialidad urbana
Carretera federal
Carretera estatal
Carretera municipal
Terracería
Camino a Nautla
AYOTZINGO
SAN ANDRÉS
LAS MORALEDAS
Ma. Morelos y Pavón
Panteón Municipal
LA AURORA
2,195,000
2,194,000
2,193,000
672,000
673,000
674,000
SUSCEPTIBILIDAD
Muy baja
Baja
Media
Alta
Muy alta
1:10,000
0
200
400 m
Información cartográfica base tomada del Sistema para la consulta de información censal (SCINCE, INEGI), 2010.


V.1.5b SUSCEPTIBILIDAD A PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA EN EL SECTOR NO
Límite municipal
Límite de la localidad urbana
Ríos
Vialidad urbana
Carretera federal
Carretera estatal
Carretera municipal
Terracería
SAN SEBASTIÁN 1a. SECCIÓN
Camino a San Diego
XOLOATENO
MUNICIPIO DE CHIGNAUTLA
SUSCEPTIBILIDAD
Muy baja
Baja
Media
Alta
Muy alta
Hospital General de Teziutlán
Camino a Chignautla
BARRIO DE COYOTZINGO
2,195,000
2,194,000
2,193,000
670,000
671,000
1:10,000
0
200
400 m
Información cartográfica base tomada del Sistema para la consulta de información censal (SCINCE, INEGI), 2010.


V.1.5c SUSCEPTIBILIDAD A PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA EN EL SECTOR SE
JUÁREZ
XOLOCO
LA COFRADIA
MUNICIPIO DE SAN JUAN XIUTETELCO
Carr. Fed. Teziutlán-Perote
Límite municipal
Límite de la localidad urbana
Colonias encuestadas
Ríos
Vialidad urbana
Carretera federal
Carretera estatal
SUSCEPTIBILIDAD
Muy baja
Baja
Media
Alta
Muy alta
2,191,000
2,190,000
2,189,000
1:10,000
0
200
400 m
672,000
673,000
674,000
Información cartográfica base tomada del Sistema para la consulta de información censal (SCINCE, INEGI), 2010.


V.1.5d SUSCEPTIBILIDAD A PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA EN EL SECTOR SO
Límite municipal
Límite de la localidad urbana
Colonias encuestadas
Ríos
Vialidad urbana
Carretera municipal
Terracería
FRANCIA
CENTRO
Teziutlán-Acajete
Minera Autlán
JARDÍNES DE TEZIUTLÁN
Plaza de Toros
MUNICIPIO DE CHIGNAUTLA
VISTA HERMOSA
SUSCEPTIBILIDAD
Muy baja
Baja
Media
Alta
Muy alta
2,191,000
2,190,000
2,189,000
670,000
671,000
1:10,000
0
200
400 m
Información cartográfica base tomada del Sistema para la consulta de información censal (SCINCE, INEGI), 2010.

V. 5b. Percepción y comunicación del riesgo de desastre

Irasema Alcántara Ayala, Ricardo J. Garnica Peña, Javier Urbina Soria, Ana Rosa Moreno y Karina Landeros Mugica

En esta sección se presentan doce mapas, en los cuales se trata de plasmar algunos elementos de la percepción del riesgo de los habitantes de Teziutlán. Sin embargo, los valores que se consideran corresponden únicamente a las casas encuestadas, y aunque pueden ser representativos de las colonias, es importante sólo considerarlos como referente.

Los aspectos que se abordan se centran en el tipo de experiencia que han tenido los habitantes con la ocurrencia de deslizamientos (directa o indirecta), así como elementos relativos a la sensibilización y conocimiento (causas y grado de exposición), a la concientización, acciones comunitarias) y a la comunicación del riesgo (medios de información, grado de confianza).

Con la finalidad de tener un marco de referencia, en todos los mapas se incluye un triángulo (Δ) que identifica la localización de cada una de las viviendas en las que se realizaron las entrevistas, y cuyo color corresponde al grado de susceptibilidad a deslizamientos de acuerdo con el mapa 3b de la Sección III (muy baja-verde, baja-amarillo, media-naranja, alta-rojo, muy alta-rojo intenso). Dicho triángulo está rodeado por un círculo, que también corresponde a la localización de la vivienda, y cuyo color representa los diferentes elementos de la percepción del riesgo de las personas encuestadas señalados en la leyenda de cada mapa.

Susceptibilidad

De acuerdo con el mapa III.3b, en el centro de Teziutlán, el 61% de las casas encuestadas se encuentran en zona de muy baja susceptibilidad a procesos de remoción en masa, mientras que el 17% y el 15% se encuentran en zonas de baja, y media susceptibilidad respectivamente, y tan solo el 6% y 2% de las viviendas se encuentra en zona de alta y muy alta susceptibilidad. De manera contrastante, el 85% y el 84% de las viviendas donde se aplicaron las entrevistas en las colonias Juárez-Ávila Camacho y Aire Libre, respectivamente, están ubicadas en áreas de alta y muy alta susceptibilidad a los deslizamientos. En el caso de La Aurora, el 74% de las viviendas encuestadas se encuentran situadas también en zonas de alta y muy alta susceptibilidad. En San Andrés, casi la mitad de las casas están en zonas de susceptibilidad media (49%), mientras prácticamente una de cada tres se encuentra en área de alta susceptibilidad. En Ayotzingo, el 42% se sitúan en alta y muy alta susceptibilidad, mientras que en Xoloco en estos mismos niveles se ubica el 23% de las viviendas (Tabla 1).

Experiencia

En el centro de Teziutlán, solamente el 3% de los entrevistados indicó que había tenido experiencia directa con deslizamientos en su colonia, mientras que el 20% y el 21% señalaron que su experiencia había sido en otra colonia o bien a través de algún familiar o amigo. El restante 56% de los entrevistados manifestaron que su experiencia era de tipo indirecto ya que sabían de los problemas relacionados con la ocurrencia de deslizamientos por información recibida de otras personas (23%) o bien, a través de los medios de comunicación (33%). En el caso de Ayotzingo, prácticamente uno de cada dos entrevistados (52%) indicó que había tenido experiencia con la ocurrencia de deslizamientos en otra colonia, es decir, en su colonia de origen de la cual tuvieron que ser desplazados a consecuencia del desastre de 1999. En Aire Libre, La Aurora y Juárez -Ávila Camacho, también se puede decir que de manera general uno de cada dos entrevistados (44%, 50%, 47% respectivamente) tuvo experiencia directa con la ocurrencia de deslizamientos, aunque ellos no han sido reubicados. En el caso de San Andrés sólo uno de cada cinco entrevistados señaló haber tenido experiencia con deslizamientos en la misma colonia (20%), mientras que en Xoloco el mayor porcentaje de los entrevistados indicó haber tenido experiencia indirecta únicamente a través de los medios de comunicación (40%) (ver mapas V.2.1a, V.2.1b y Tabla 2).

Sensibilización y conocimiento

Causas de la inestabilidad

Existen diferentes factores que contribuyen a la ocurrencia de deslizamientos; estos son percibidos de manera distinta por los habitantes de Teziutlán. Sin embargo, el mayor porcentaje de entrevistados en cada una de las colonias percibe que los temblores son la causa principal de la inestabilidad de laderas, y la construcción en laderas la segunda más importante. Uno de los factores condicionantes más relevantes de la inestabilidad en Teziutlán es la presencia de materiales volcánicos de poca resistencia (Ignimbrita Xaltipán y depósitos de caída). No obstante, para gran parte de los entrevistados la presencia de suelo blando no es indicativo de una causa significativa. En relación a las causas relacionadas con las actividades antrópicas cabe destacar que solamente en las entrevistas aplicadas en la zona del centro de Teziutlán se registró como importante la presencia de canales y drenajes de agua, aunque esto fue en una mínima proporción (2%) (mapas V.2.2a y V.2.2b).

Tabla 2. **Tipo de experiencia con la ocurrencia de deslizamientos reportada en las viviendas encuestadas.**

Colonias o Barrios	Misma colonia (%)	Otra colonia (%)	Familiar (%)	Otras personas (%)	Medios de comunicación (%)
Centro	3	20	21	23	33
Aire Libre	44	3	16	5	32
La Aurora	50	9	5	5	31
San Andrés	20	24	8	11	37
Ayotzingo	8	52	13	3	24
Juárez-Ávila Camacho	47	8	11	10	24
Xoloco	14	9	12	25	40

Tabla 1. **Grado de susceptibilidad a deslizamientos de las viviendas encuestadas.**

Colonias o Barrios	Susceptibilidad muy baja (%)	Susceptibilidad baja (%)	Susceptibilidad media (%)	Susceptibilidad alta (%)	Susceptibilidad muy alta (%)
Centro	61	17	15	6	1
Aire Libre	0	4	12	28	56
La Aurora	2	2	22	29	45
San Andrés	0	22	49	29	0
Ayotzingo	2	37	19	32	10
Juárez-Ávila Camacho	5	2	8	23	62
Xoloco	41	18	18	17	6

Llama la atención asimismo y de manera preocupante, la falsa impresión que tienen los habitantes de que las zonas con muchos árboles son potencialmente inestables. Los porcentajes de población que tienen esta percepción fueron de 31% en San Andrés, 35% en el centro, 46% en Aire Libre, 51% en Ayotzingo, 54% en Xoloco, 55% en La Aurora, y 59% en La Juárez-Ávila Camacho.

Exposición de las viviendas

Es interesante notar que para un porcentaje muy alto de los entrevistados en todas las colonias las casas ubicadas en el centro de Teziutlán son percibidas como de poco y muy poco riesgo. De manera complementaria, en todas las colonias se registraron altos valores en cuanto al grado de exposición a la inestabilidad de laderas de las viviendas construidas al pie, en la orilla, y en la parte alta de las laderas (ver Tabla 3).

Exposición de la sociedad

Para quienes se dedican al estudio de los riesgos y desastres, así como a la protección civil, suele ser familiar el concepto de optimismo irrealista, que se refiere a que ante una situación de peligro las personas consideran que ellos estarán a salvo. A este fenómeno se le conoce también como el mito de la invulnerabilidad personal, pues a pesar de que la gente espera que ante una circunstancia de riesgo se tengan pérdidas humanas y de bienes, tienden a creer que dichos daños los sufrirán otras personas, no ellas.

En el cuestionario que se aplicó a 590 habitantes de siete colonias de Teziutlán (ver sección III 3d), se incluyó una pregunta en la que se les pidió que evaluaran el riesgo personal de sufrir daños por deslizamiento, deslave o derrumbe (mapas v.2.3a y v.2.3b) en una escala de (1) baja exposición, (2) media exposición, y (3) alta exposición. También se les solicitó que hicieran lo mismo respecto de su familia (mapas v.2.4a y v.2.4b), y las personas que viven en su colonia (mapas v.2.5a y v.2.5b). En la Tabla 4 se presentan los resultados de dicha pregunta. Se aprecia claramente que el fenómeno de optimismo irreal se dio en todas las colonias, aunque se presentan también algunas diferencias. Las colonias en las que se percibe mayor exposición para sí mismos son La Aurora y Juárez-Ávila Camacho, que son las que más daños sufrieron en el desastre de 1999 y que presentan una alta susceptibilidad a deslizamientos. En sentido opuesto, la colonia Centro es la que indica una menor percepción de riesgo o exposición, lo cual es lógico pues se trata de una zona en la que la susceptibilidad es baja. Las otras colonias, San Andrés, Aire Libre, Xoloco y Ayotzingo presentan situaciones intermedias.

Otro resultado interesante es que, en todas las colonias, la percepción de riesgo o exposición personal es menor a la percepción de exposición para los vecinos de la misma colonia. Es decir, a pesar de que se habita en condiciones geográficas y de susceptibilidad similares, los otros, son más susceptibles de sufrir daño. La misma situación se da cuando se compara la exposición personal con el riesgo atribuido a quienes viven en otras colonias, pues en todos los casos, incluyendo colonias de gran susceptibilidad como La Aurora y Juárez, se asigna un riesgo mayor a quienes residen en sitios geográficamente alejados. Aunque se esperaba esta tendencia, es sorprendente la claridad con la que las personas encuestadas establecen una diferencia entre ellos y sus allegados (familia) y quienes viven geográficamente más alejados y no se tiene con ellos una relación afectiva, asignando a estos últimos grupos un nivel de riesgo o exposición mucho mayor al que perciben para sí mismos (ver Tabla 4).

Con estos datos se confirma plenamente el mito de la invulnerabilidad personal, referente a que si bien una persona se sabe en cierto nivel de riesgo, por un proceso de optimismo irrealista y no fundamentado, considera que otras personas, geográfica y afectivamente alejadas, están en una situación de mayor riesgo. Las implicaciones de esta forma de ver las circunstancias ambientales debieran llevar

Tabla 3. **Percepción del riesgo en relación con las causas de la inestabilidad de laderas y la exposición de las viviendas en cuanto a su ubicación.**

Colonias o Barrios		Centro (%)	Aire Libre (%)	La Aurora (%)	San Andrés (%)	Ayotzingo (%)	Juárez-Ávila Camacho (%)	Xoloco (%)
Casas ubicadas en el centro	Muy poco riesgo	37.87	17.54	26.19	36.11	25.00	36.26	27.96
	Poco riesgo	43.93	43.85	50.00	43.04	49.30	48.35	47.45
Causas de la ocurrencia de deslizamientos	Temblor	46.96	63.15	64.28	55.55	54.86	51.64	50.84
	Construir en ladera	33.33	21.05	16.66	30.55	32.63	26.37	30.50
	Suelo blando	10.60	8.77	7.14	8.33	7.63	12.08	14.40
	Construcción de terrazas para cultivo	N/A	N/A	N/A	1.38	2.08	N/A	0.84
	Lluvias fuertes	7.57	5.26	11.90	4.16	2.08	N/A	3.38
	Río cercano a la ladera	N/A	1.75	N/A	N/A	0.69	1.069	N/A
	Canales para drenar agua	1.51	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Cortar árboles	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3.29	N/A
Exposición de las viviendas construidas:	Al pie	74.24	63.15	59.52	52.77	76.38	76.92	71.18
	En la orilla	81.81	64.91	71.42	66.66	74.30	75.82	77.96
	En la parte alta	75.75	50.87	73.80	47.22	65.97	63.73	70.33

Tabla 4. **Percepción del riesgo en relación con las causas de la inestabilidad de laderas y la exposición de las viviendas en cuanto a su ubicación.**

Colonias o Barrios	Exposición individual (%)			Exposición familiar (%)			Exposición de la colonia (%)			Exposición de otras colonias (%)		
	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta
Centro	83.33	6.06	10.60	74.24	24.24	1.51	71.21	19.69	9.09	25.75	53.03	21.21
Aire Libre	47.36	35.08	17.54	43.85	40.35	15.78	36.84	47.36	15.78	36.84	47.36	15.78
La Aurora	33.33	35.71	30.95	28.57	45.23	26.19	19.04	50.00	30.95	23.80	45.23	30.95
San Andrés	56.93	25	18.05	59.72	31.94	8.33	31.94	48.61	19.44	22.22	58.33	19.44
Ayotzingo	45.83	29.16	25.00	47.22	36.80	15.79	36.11	42.36	21.52	21.52	56.25	22.22
Juárez-Ávila Camacho	35.16	27.47	37.36	35.16	27.47	51.51	20.87	35.16	43.95	10.98	54.94	34.06
Xoloco	58.46	28.81	12.71	55.08	34.74	10.16	39.83	47.45	12.71	17.79	65.25	16.94

a la reflexión, por parte de quienes están a cargo de los aspectos preventivos en la reducción de desastres, para que se atiendan debidamente y se brinde mayor atención a los aspectos de percepción y comunicación de riesgos dentro de los esquemas de prevención de desastres y en las políticas públicas enfocadas a la reducción de los mismos.

Concientización

Acciones comunitarias

En las entrevistas se incluyeron preguntas relacionadas a las diferentes actividades o acciones que deben desarrollar los habitantes de Teziutlán para disminuir el riesgo de desastre por inestabilidad de laderas. Una de las preguntas más importantes fue acerca de la percepción de los pobladores en cuanto a la necesidad de que se prohibieran las construcciones en zonas de riesgo (mapas v.2.6a y v.2.6b). En todas las colonias los valores positivos en cuanto a que es muy necesario realizar ese tipo de restricciones fueron mayores al 80%. En Aire Libre fue del 81% de los encuestados, seguido de La Aurora con 83%, Ayotzingo (91%), San Andrés (92%), Juárez-Ávila Camacho (93%), Xoloco (94%), y el Centro (96%).

De manera adicional, como se señaló en la sección III 3d, la mayor parte de la población (Aire Libre-93%; La Aurora-95%; San Andrés-96%; Ayotzingo-97%; Xoloco y el centro de Teziutlán-98%; Juárez-Ávila Camacho-100%) tiene deseos de llevar a cabo diferentes actividades que les ayuden a reducir su vulnerabilidad ante la ocurrencia de posibles deslizamientos, entre las cuales destaca la implementación de un sistema de alerta temprana.

Comunicación del riesgo

Es necesario que las autoridades municipales establezcan un programa de comunicación de riesgos de desastre por deslizamientos con base en los requerimientos y características de cada colonia. Para el desarrollo de estrategias específicas se podrían tomar en cuenta aspectos tales como el género, los grupos de edad, el grado de confianza y otros de los elementos considerados en el análisis de percepción (ver Sección III 3d). En las Tablas 5, 6 y 7 se incluye información acerca de los medios de comunicación a través de los cuales la población ha recibido información relacionada con la inestabilidad de laderas (Tabla 5), así como de los medios preferidos para seguir recibiendo este tipo de información (Tabla 6), y la confianza que tienen los pobladores de recibir información de diferentes actores sociales (Tabla 7).

Tabla 5. **Medios a través de los cuales la población entrevistada ha recibido información relacionada con la ocurrencia de deslizamientos (*Puede haber más de una respuesta por lo que la suma de todos los tipos de información no es 100%).**

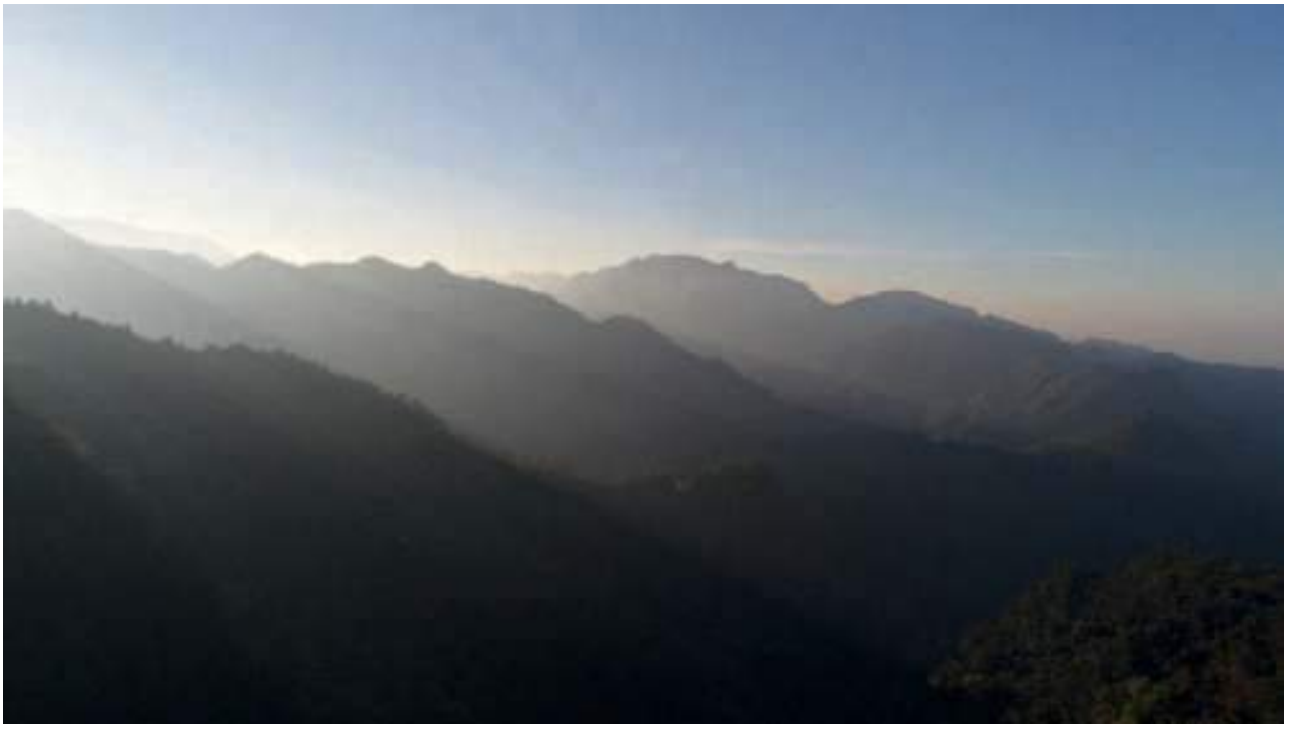
Medios por los que ha recibido información*		Radio	TV	Pláticas	Libros de texto (escolares)	Folletos	Internet
Centro	Mujeres (%)	48	20	14	7	7	6
	Hombres (%)	36	27	6	9	9	9
Aire Libre	Mujeres (%)	43	17	9	9	17	-
	Hombres (%)	36	9	18	9	14	6
La Aurora	Mujeres (%)	42	17	4	-	17	4
	Hombres (%)	44	33	5	-	11	-
San Andrés	Mujeres (%)	24	26	8	-	4	3
	Hombres (%)	16	17	3	-	3	2
Ayotzingo	Mujeres (%)	47	17	13	5	14	3
	Hombres (%)	42	16	9	7	16	9
Juárez-Ávila Camacho	Mujeres (%)	34	37	12	-	7	4
	Hombres (%)	14	14	5	-	2	5
Xoloco	Mujeres (%)	39	14	18	8	15	5
	Hombres (%)	50	14	14	2	16	5

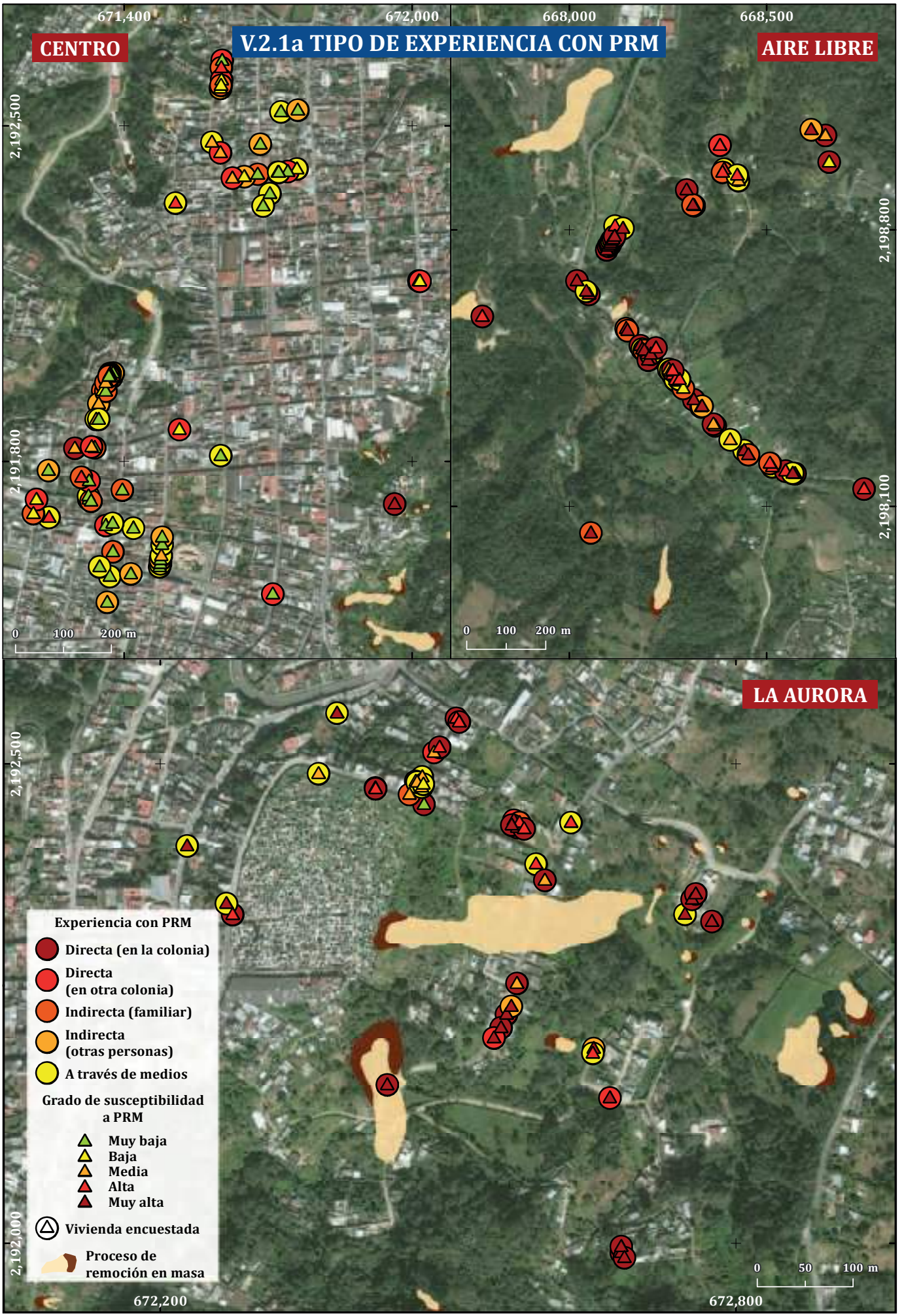
Tabla 6. **Medios a través de los cuales la población entrevistada prefiere recibir información relacionada con la ocurrencia de deslizamientos (*Puede haber más de una respuesta por lo que la suma de todos los tipos de información no es 100%).**

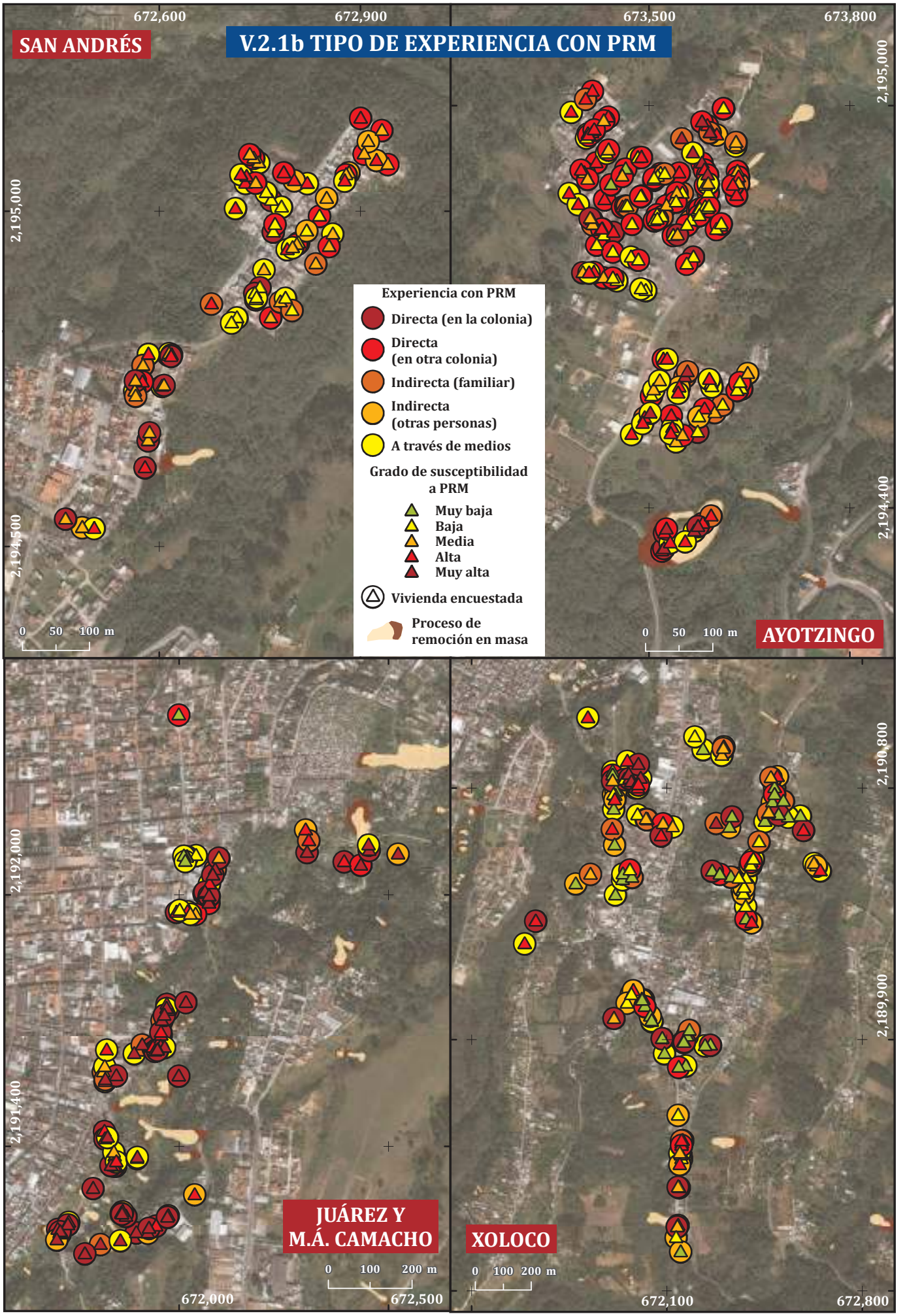
Medios por los que le gustaría recibir información*		Radio	TV	Pláticas	Libros de texto (escolares)	Folletos	Internet
Centro	Mujeres (%)	34	11	14	9	9	7
	Hombres (%)	23	9	23	6	27	9
Aire Libre	Mujeres (%)	20	26	14	3	6	-
	Hombres (%)	23	23	14	9	18	18
La Aurora	Mujeres (%)	13	42	4	8	13	13
	Hombres (%)	11	28	22	-	6	17
San Andrés	Mujeres (%)	29	22	19	-	13	11
	Hombres (%)	20	10	11	-	12	6
Ayotzingo	Mujeres (%)	37	15	14	2	13	8
	Hombres (%)	13	11	16	7	24	9
Juárez-Ávila Camacho	Mujeres (%)	38	35	28	-	8	19
	Hombres (%)	15	11	10	-	28	12
Xoloco	Mujeres (%)	18	11	22	8	16	4
	Hombres (%)	23	16	23	-	16	11

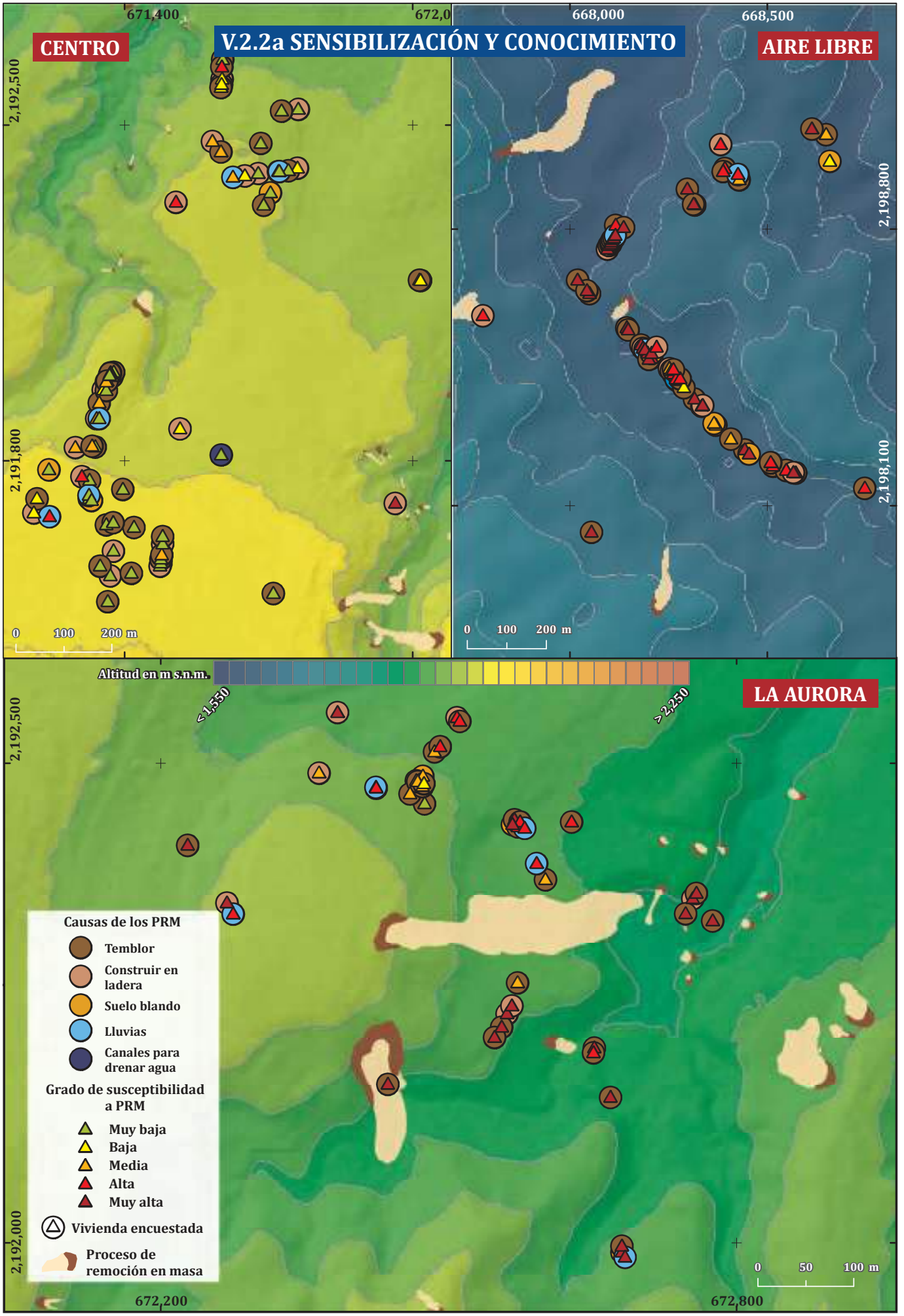
Tabla 7. **Confianza en diversos actores sociales como fuente de información (*Menciones).**

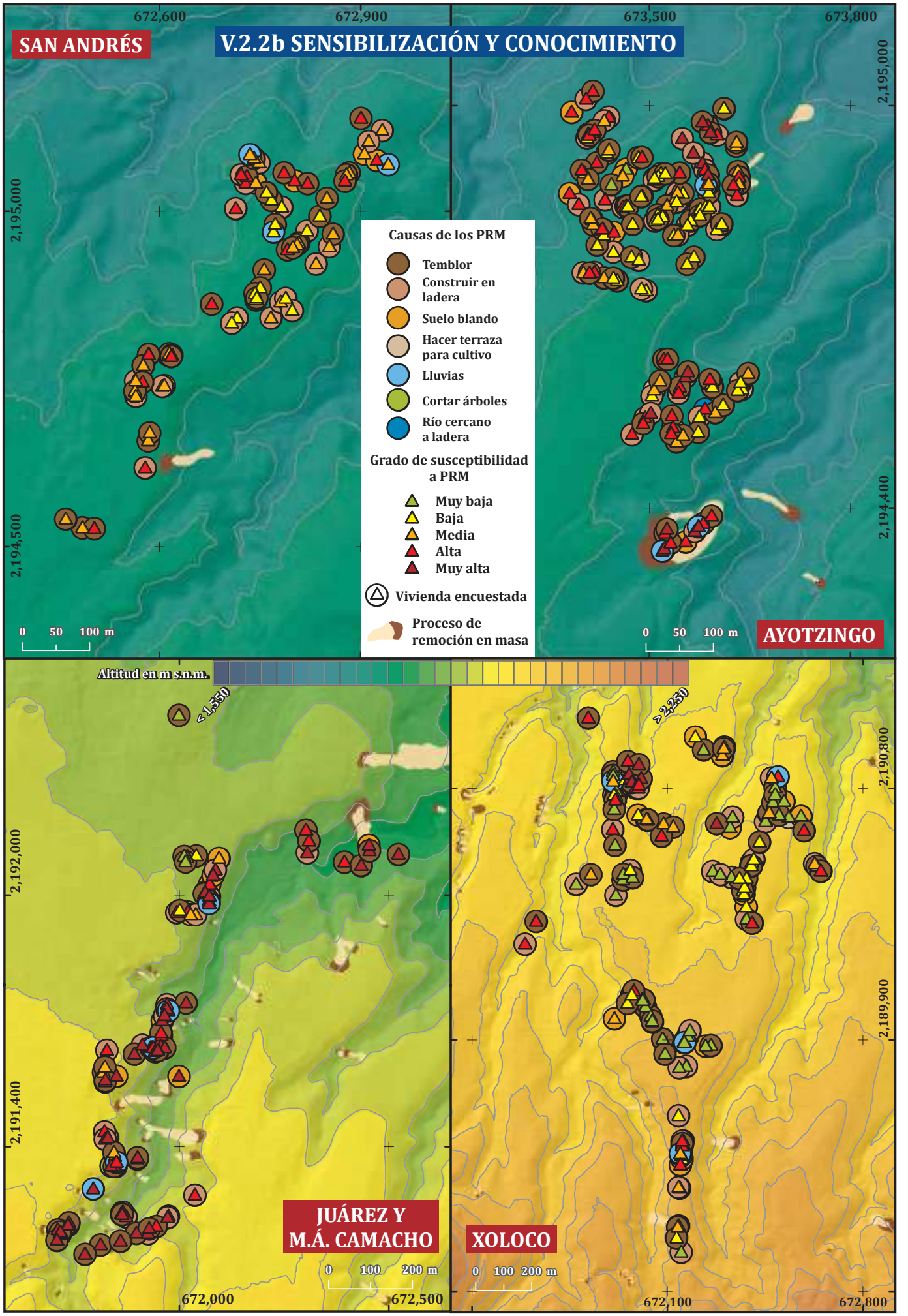
Confianza en diversos actores como fuente de información*		Autoridades gubernamentales	Organizaciones civiles	Instituciones del sector salud	Investigadores y científicos
Centro	Mujeres	55	17	8	11
	Hombres	11	5	3	1
Aire Libre	Mujeres	47	11	8	8
	Hombres	16	5	4	4
La Aurora	Mujeres	23	10	4	5
	Hombres	11	7	5	4
San Andrés	Mujeres	54	14	24	15
	Hombres	18	7	15	8
Ayotzingo	Mujeres	88	34	14	2
	Hombres	38	30	7	10
Juárez-Ávila Camacho	Mujeres	40	7	16	9
	Hombres	17	4	7	4
Xoloco	Mujeres	62	23	15	18
	Hombres	34	14	6	7

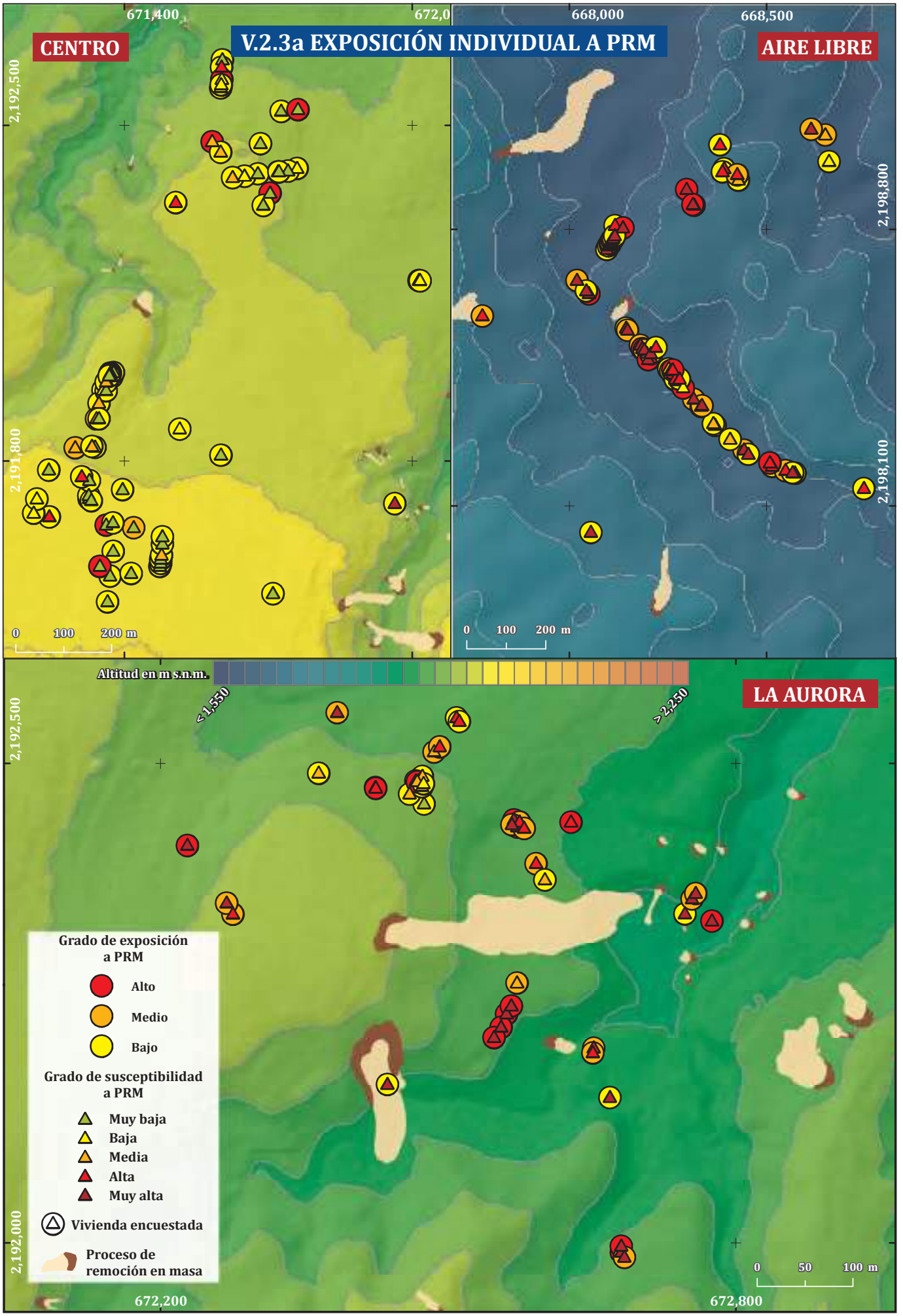


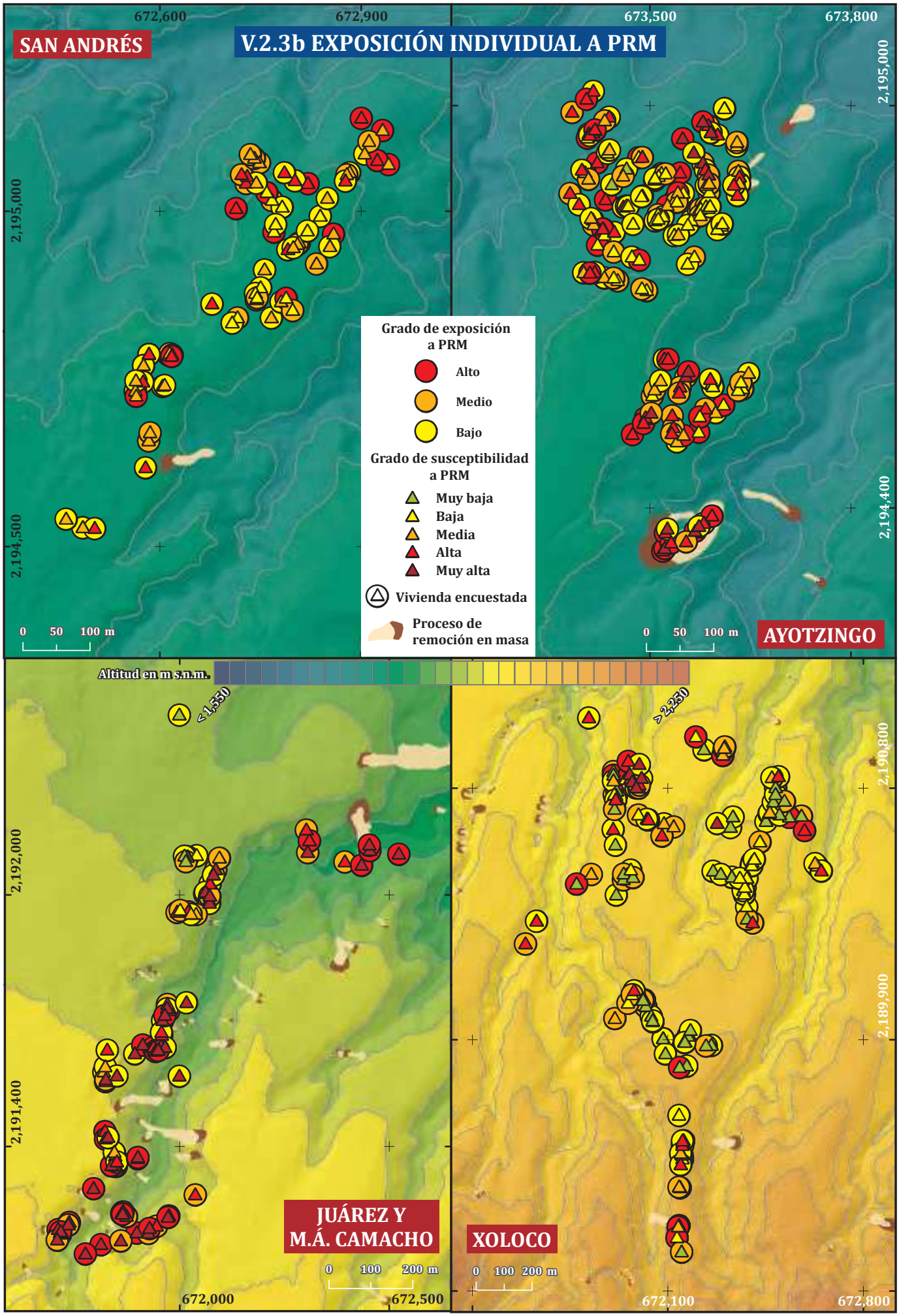

V.2.1a TIPO DE EXPERIENCIA CON PRM
CENTRO
AIRE LIBRE
LA AURORA
671,400
672,000
668,000
668,500
2,192,500
2,191,800
2,198,800
2,198,100
2,192,000
672,200
672,800
0 100 200 m
0 100 200 m
0 50 100 m
Experiencia con PRM
Directa (en la colonia)
Directa (en otra colonia)
Indirecta (familiar)
Indirecta (otras personas)
A través de medios
Grado de susceptibilidad a PRM
Muy baja
Baja
Media
Alta
Muy alta
Vivienda encuestada
Proceso de remoción en masa

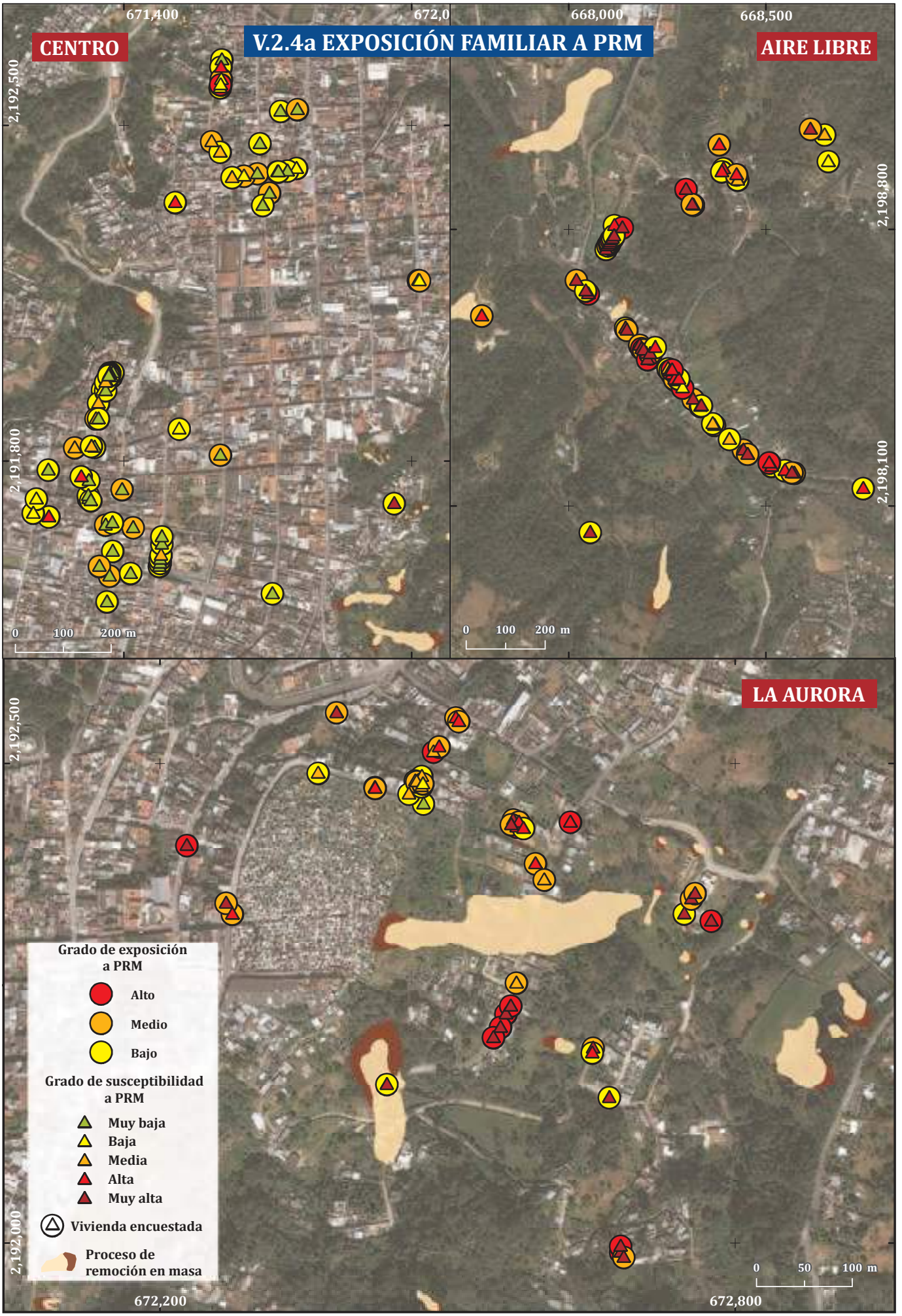

V.2.1b TIPO DE EXPERIENCIA CON PRM
SAN ANDRÉS
AYOTZINGO
JUÁREZ Y M.Á. CAMACHO
XOLOCO
672,600
672,900
673,500
673,800
2,195,000
2,194,500
2,194,400
2,192,000
2,191,400
2,190,800
2,189,900
672,000
672,500
672,100
672,800
0 50 100 m
0 100 200 m
Experiencia con PRM
Directa (en la colonia)
Directa (en otra colonia)
Indirecta (familiar)
Indirecta (otras personas)
A través de medios
Grado de susceptibilidad a PRM
Muy baja
Baja
Media
Alta
Muy alta
Vivienda encuestada
Proceso de remoción en masa

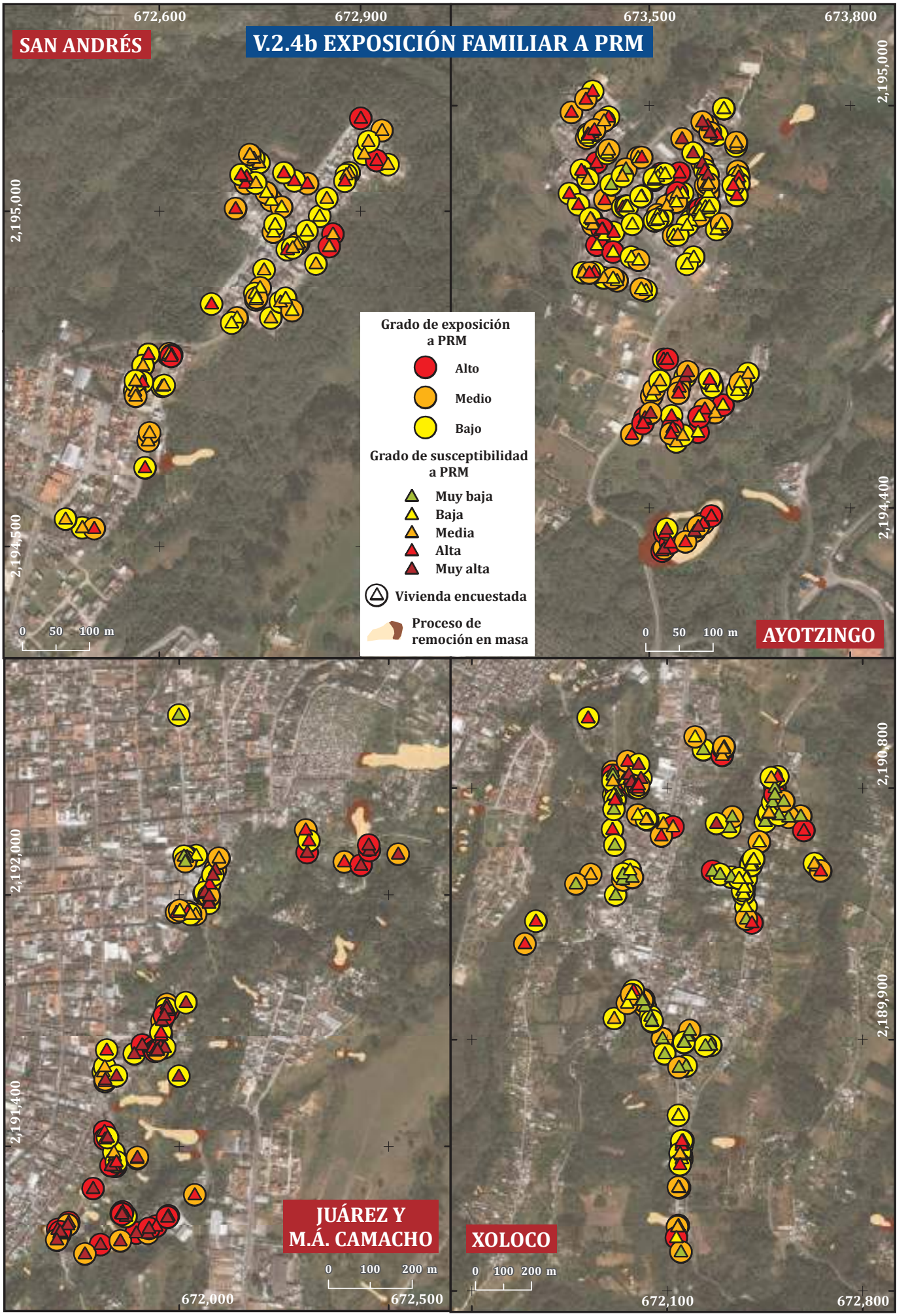

V.2.2a SENSIBILIZACIÓN Y CONOCIMIENTO
CENTRO
AIRE LIBRE
LA AURORA
671,400
672,0
668,000
668,500
2,192,500
2,191,800
2,198,800
2,198,100
2,192,000
672,200
672,800
0 100 200 m
0 100 200 m
0 50 100 m
Altitud en m s.n.m.
< 1,550
> 2,250
Causas de los PRM
Temblor
Construir en ladera
Suelo blando
Lluvias
Canales para drenar agua
Grado de susceptibilidad a PRM
Muy baja
Baja
Media
Alta
Muy alta
Vivienda encuestada
Proceso de remoción en masa

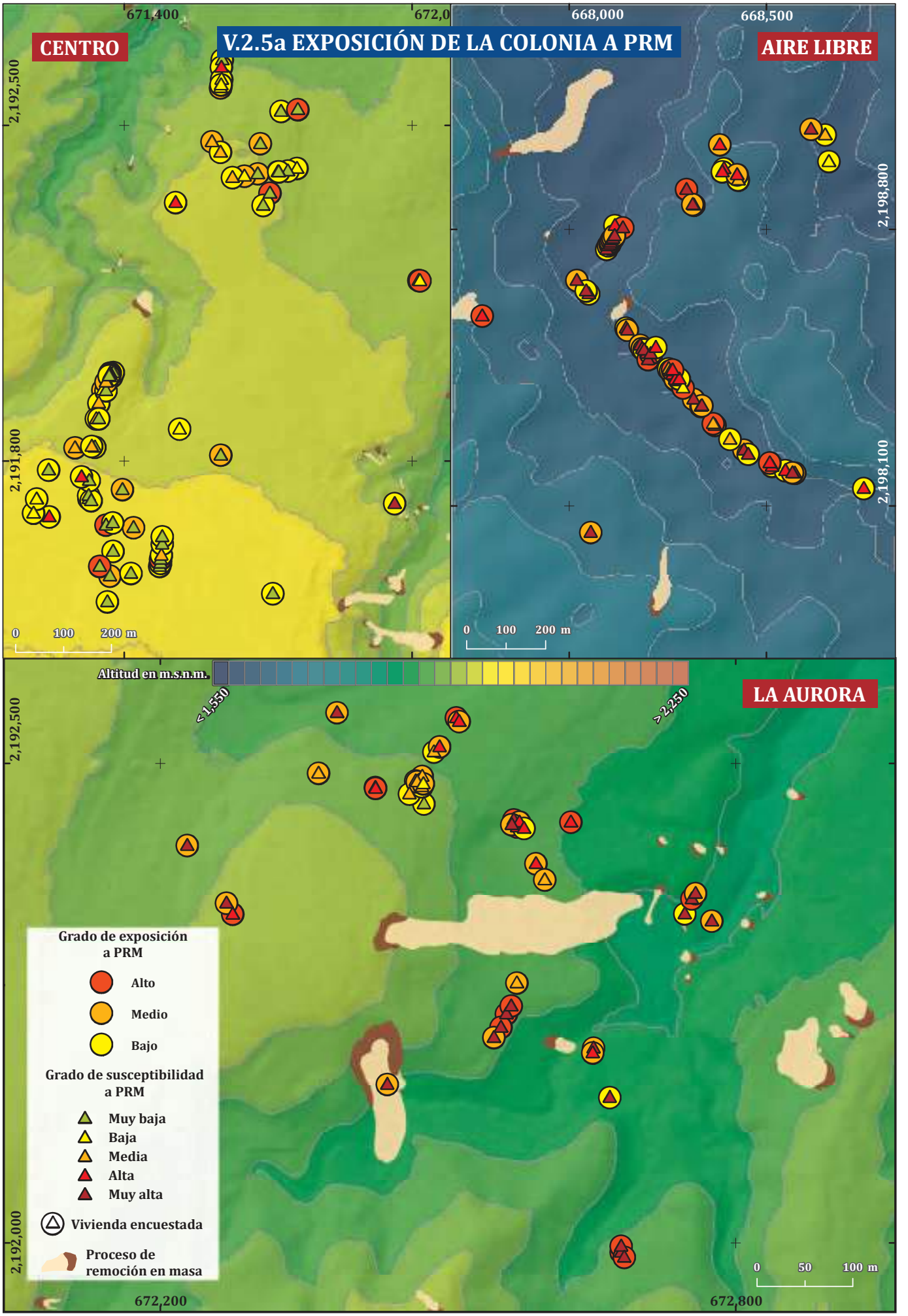

V.2.2b SENSIBILIZACIÓN Y CONOCIMIENTO
SAN ANDRÉS
AYOTZINGO
JUÁREZ Y M.Á. CAMACHO
XOLOCO
672,600
672,900
673,500
673,800
2,195,000
2,194,500
2,194,400
2,192,000
2,191,400
2,190,800
2,189,900
672,000
672,500
672,100
672,800
0 50 100 m
0 100 200 m
Causas de los PRM
Temblor
Construir en ladera
Suelo blando
Hacer terraza para cultivo
Lluvias
Cortar árboles
Río cercano a ladera
Grado de susceptibilidad a PRM
Muy baja
Baja
Media
Alta
Muy alta
Vivienda encuestada
Proceso de remoción en masa
Altitud en m s.n.m.
< 1,550
> 2,250

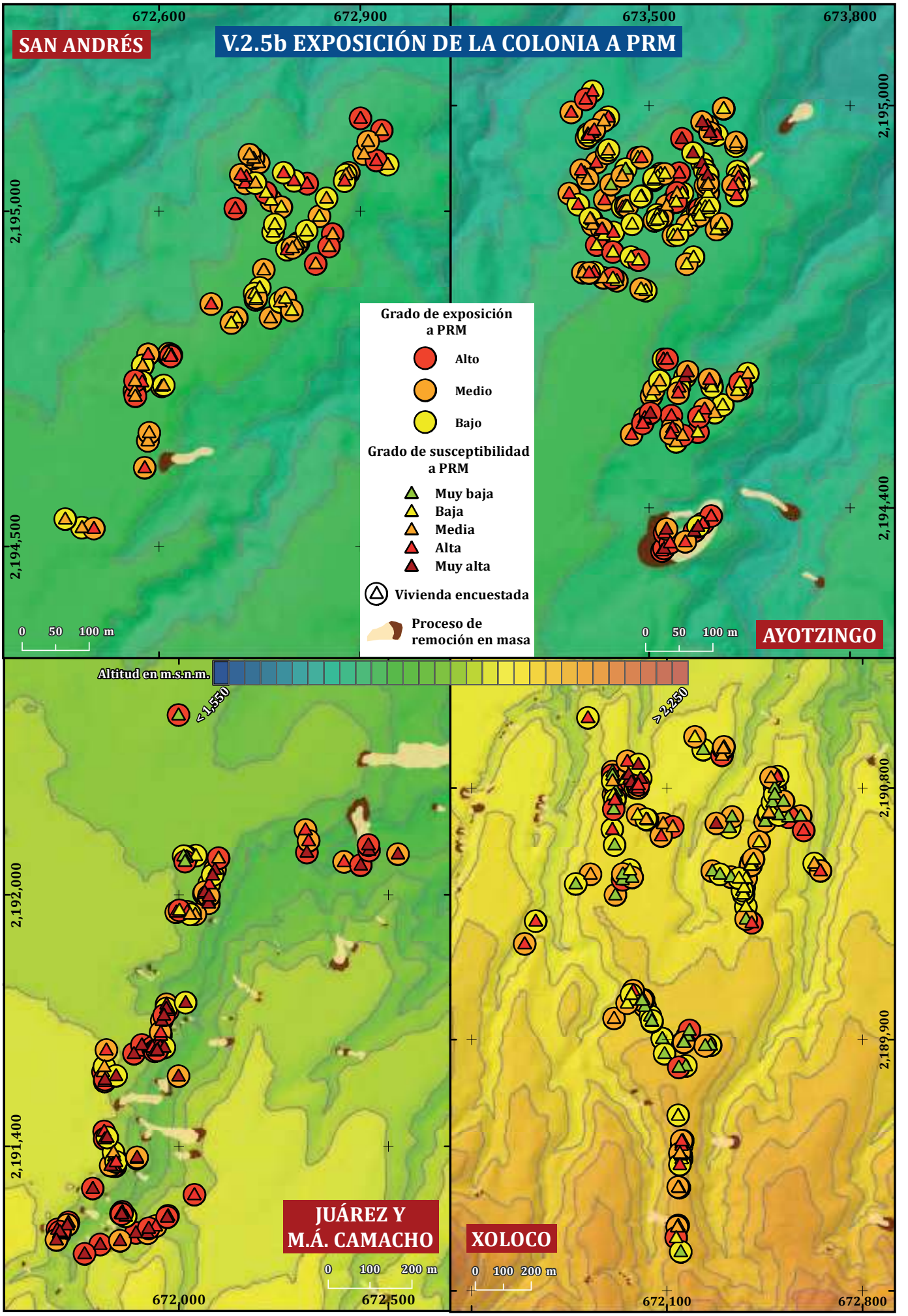

V.2.3a EXPOSICIÓN INDIVIDUAL A PRM
CENTRO
AIRE LIBRE
LA AURORA
671,400
672,0
668,000
668,500
2,192,500
2,191,800
2,198,800
2,198,100
2,192,000
672,200
672,800
0 100 200 m
0 100 200 m
0 50 100 m
Altitud en m s.n.m.
< 1,550
> 2,250
Grado de exposición a PRM
Alto
Medio
Bajo
Grado de susceptibilidad a PRM
Muy baja
Baja
Media
Alta
Muy alta
Vivienda encuestada
Proceso de remoción en masa

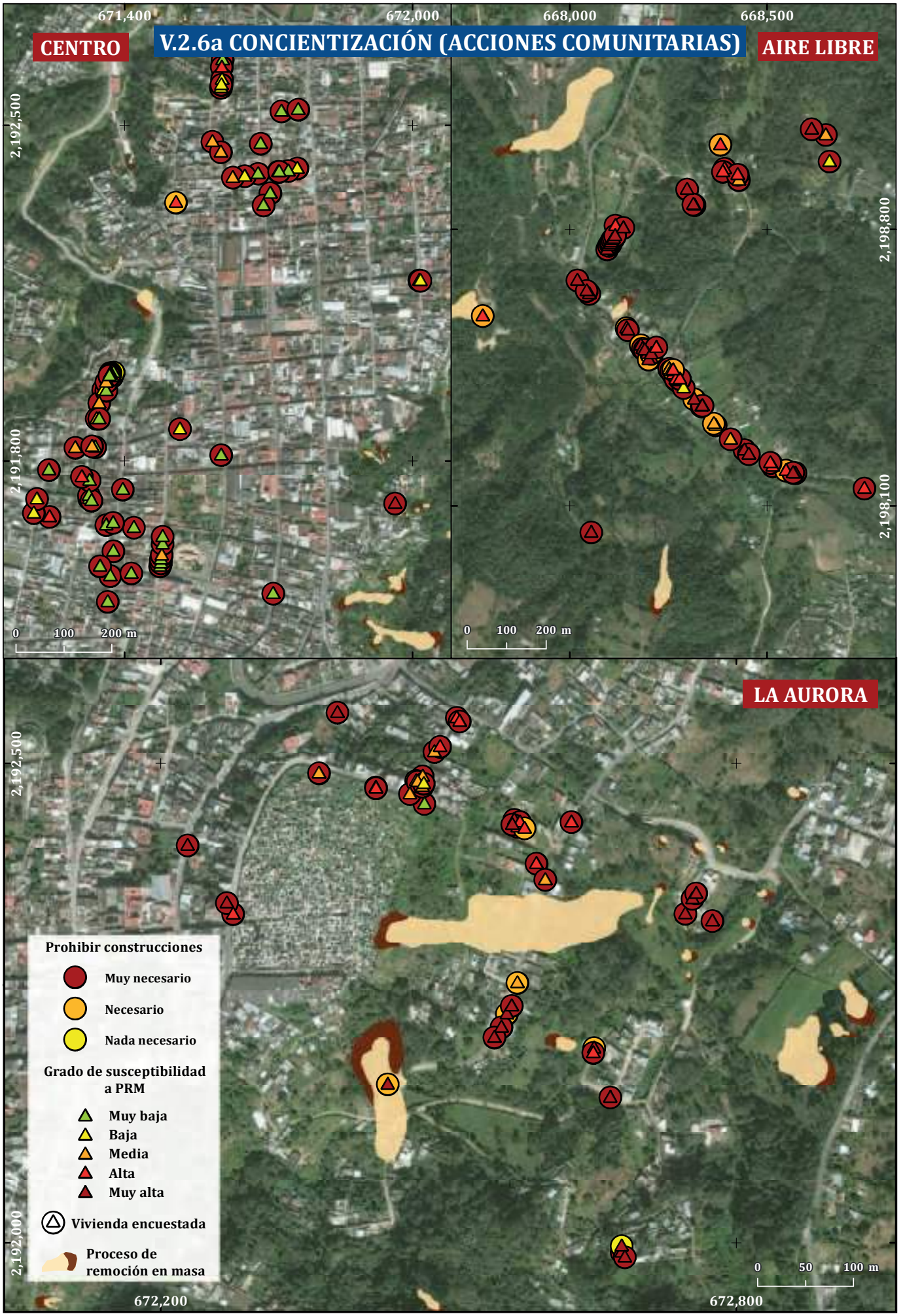

V.2.3b EXPOSICIÓN INDIVIDUAL A PRM
SAN ANDRÉS
AYOTZINGO
JUÁREZ Y M.Á. CAMACHO
XOLOCO
672,600
672,900
673,500
673,800
2,195,000
2,194,500
2,194,400
2,192,000
2,191,400
2,190,800
2,189,900
672,000
672,500
672,100
672,800
0 50 100 m
0 100 200 m
Altitud en m s.n.m.
< 1,550
> 2,250
Grado de exposición a PRM
Alto
Medio
Bajo
Grado de susceptibilidad a PRM
Muy baja
Baja
Media
Alta
Muy alta
Vivienda encuestada
Proceso de remoción en masa

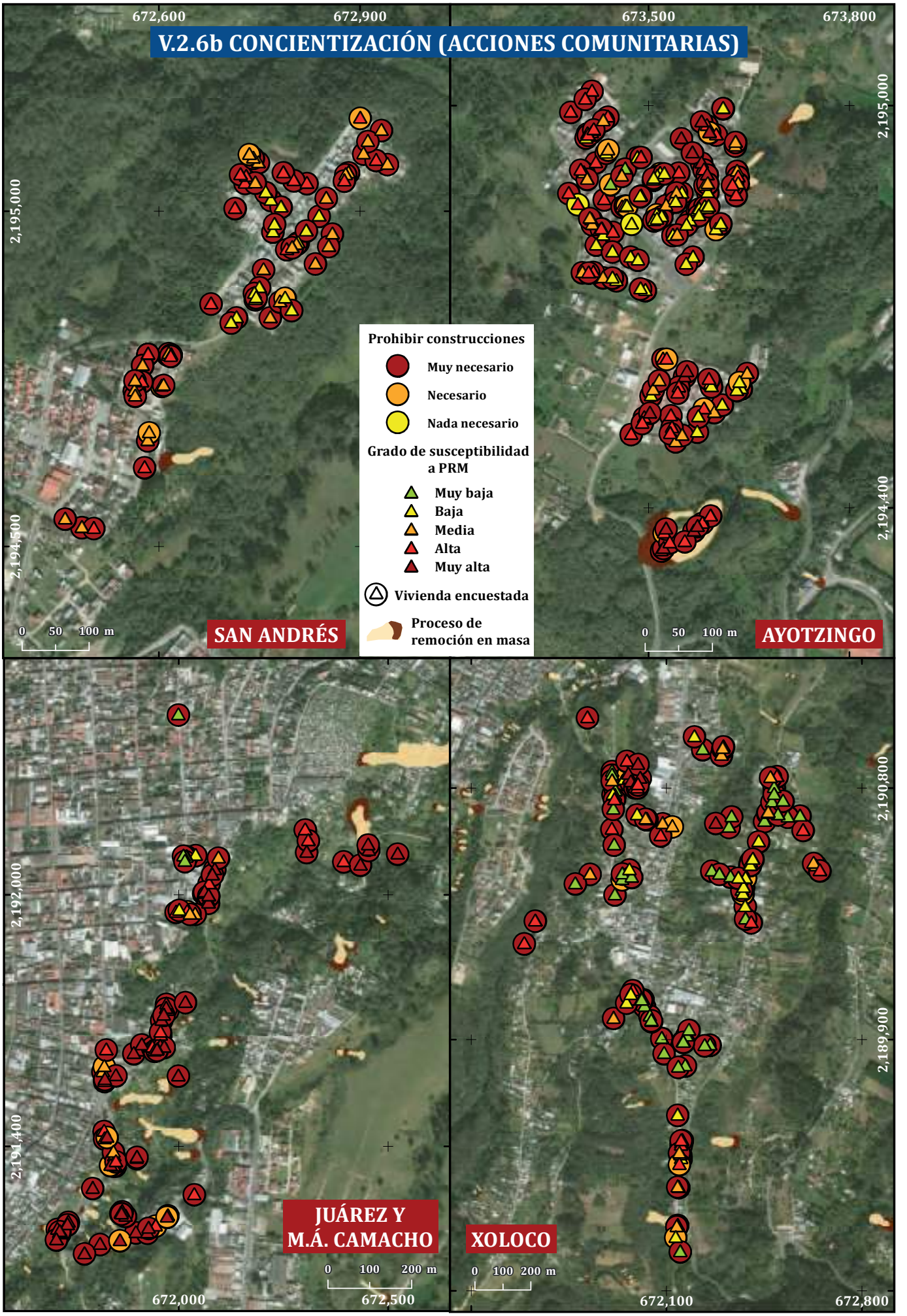

V.2.4a EXPOSICIÓN FAMILIAR A PRM
CENTRO
AIRE LIBRE
LA AURORA
671,400
672,0
668,000
668,500
2,192,500
2,191,800
2,198,800
2,198,100
2,192,000
672,200
672,800
0 100 200 m
0 100 200 m
0 50 100 m
Grado de exposición a PRM
Alto
Medio
Bajo
Grado de susceptibilidad a PRM
Muy baja
Baja
Media
Alta
Muy alta
Vivienda encuestada
Proceso de remoción en masa


V.2.4b EXPOSICIÓN FAMILIAR A PRM
SAN ANDRÉS
AYOTZINGO
JUÁREZ Y M.Á. CAMACHO
XOLOCO
672,600
672,900
673,500
673,800
2,195,000
2,194,500
2,194,400
2,192,000
2,191,400
2,190,800
2,189,900
672,000
672,500
672,100
672,800
0 50 100 m
0 100 200 m
Grado de exposición a PRM
Alto
Medio
Bajo
Grado de susceptibilidad a PRM
Muy baja
Baja
Media
Alta
Muy alta
Vivienda encuestada
Proceso de remoción en masa


V.2.5a EXPOSICIÓN DE LA COLONIA A PRM
CENTRO
AIRE LIBRE
LA AURORA
671,400
672,0
668,000
668,500
2,192,500
2,191,800
2,198,800
2,198,100
2,192,000
672,200
672,800
0 100 200 m
0 100 200 m
0 50 100 m
Altitud en m.s.n.m.
< 1,550
> 2,250
Grado de exposición a PRM
Alto
Medio
Bajo
Grado de susceptibilidad a PRM
Muy baja
Baja
Media
Alta
Muy alta
Vivienda encuestada
Proceso de remoción en masa


V.2.5b EXPOSICIÓN DE LA COLONIA A PRM
SAN ANDRÉS
AYOTZINGO
JUÁREZ Y M.Á. CAMACHO
XOLOCO
672,600
672,900
673,500
673,800
2,195,000
2,194,500
2,194,400
2,192,000
2,191,400
2,190,800
2,189,900
672,000
672,500
672,100
672,800
0 50 100 m
0 100 200 m
Grado de exposición a PRM
Alto
Medio
Bajo
Grado de susceptibilidad a PRM
Muy baja
Baja
Media
Alta
Muy alta
Vivienda encuestada
Proceso de remoción en masa
Altitud en m.s.n.m.
< 1,550
> 2,250


V.2.6a CONCIENTIZACIÓN (ACCIONES COMUNITARIAS)
CENTRO
AIRE LIBRE
LA AURORA
671,400
672,000
668,000
668,500
2,192,500
2,191,800
2,198,800
2,198,100
2,192,000
672,200
672,800
0 100 200 m
0 100 200 m
0 50 100 m
Prohibir construcciones
Muy necesario
Necesario
Nada necesario
Grado de susceptibilidad a PRM
Muy baja
Baja
Media
Alta
Muy alta
Vivienda encuestada
Proceso de remoción en masa


V.2.6b CONCIENTIZACIÓN (ACCIONES COMUNITARIAS)
672,600
672,900
673,500
673,800
2,195,000
2,194,500
2,194,400
2,192,000
2,191,400
2,190,800
2,189,900
672,000
672,500
672,100
672,800
Prohibir construcciones
Muy necesario
Necesario
Nada necesario
Grado de susceptibilidad a PRM
Muy baja
Baja
Media
Alta
Muy alta
Vivienda encuestada
Proceso de remoción en masa
SAN ANDRÉS
AYOTZINGO
JUÁREZ Y M.Á. CAMACHO
XOLOCO
0 50 100 m
0 100 200 m

Conclusiones: la construcción social del riesgo de desastres

Irasema Alcántara Ayala y Atlántida Coll-Hurtado

"…el lugar elegido [para la fundación de Teziutlán] se encuentra donde terminan las planicies de Perote y San Juan de los Llanos y se precipita hacia la costa en la vertiente de la Sierra Madre Oriental; sobre el espinazo de una de sus estribaciones, surcado de profundas barrancas y cubierto por extensos pinares. Al poniente cierra el paisaje la sinuosa silueta del cerro de Chignautla".
(Manuel Rodríguez Lapuente, 2001, *Historia de Teziutlán. Una exploración a través de 400 años*, p. 20)

Teziuhyotetpetzintlan (1552), hoy Teziutlán, cuyo significado es "abajo del cerro lleno de granizo", y donde originalmente la abundancia de agua y la magnificencia de sus bosques eran el brillo de la también llamada perla de la Sierra, enfrenta una serie de retos y oportunidades ligados al manejo del territorio y a la reducción del riesgo de desastres ante los cuales está expuesta su población en la actualidad.

El riesgo de desastre por procesos de remoción en masa -coloquial y localmente conocidos como deslizamientos, deslaves o derrumbes-, representa sin duda uno de los principales desafíos que debe atenderse de forma inmediata. Es pertinente señalar que el riesgo asociado a la inestabilidad de las laderas resulta de la combinación de la amenaza, la vulnerabilidad y la exposición. La amenaza, es el peligro potencial o latente que representa la posible ocurrencia de deslizamientos en Teziutlán, y que puede ocasionar efectos negativos en las personas, la infraestructura, el ambiente, los recursos, la producción, los servicios y los bienes. La vulnerabilidad es la predisposición o propensión social, económica, cultural, política e institucional que tiene una sociedad a ser afectada o sufrir un daño, por el impacto de una amenaza, es decir, en este caso, de los deslizamientos, y de tener dificultades para recuperarse del mismo. La exposición es la ubicación de los elementos que pueden ser afectados por el potencial impacto de la amenaza, entre ellos, las personas, los recursos, la infraestructura, los servicios y los ecosistemas.

Amenaza y exposición: factores determinantes

Para poder entender la ocurrencia de deslizamientos fue necesario identificar diferentes elementos de las formas del relieve que predominan en el municipio de Teziutlán. Éstas derivan fundamentalmente de la geología y la disposición de las corrientes fluviales. El relieve asociado a materiales piroclásticos (fragmentos sólidos de material volcánico expulsado durante una erupción volcánica) predominan en todo el municipio. En los límites con Chignautla, en el sector poniente, hay flujos de lava cubiertos por materiales de caída, y flujos piroclásticos en la parte central del municipio, donde están situadas la cabecera municipal y Atoluca. Existe entonces un relieve de rampa de poca pendiente y prácticamente plana con un descenso de sur a norte que va de 2000 a 1500 msnm. Dicha rampa es disectada o cortada por corrientes que se originan en el sur del municipio con dirección noreste y que erosionan y transportan materiales que se depositan en las zonas más planas al norte de Hueytamalco.

Las rocas más antiguas del área de estudio (referida en los mapas de la sección III) en la zona urbana del municipio son esquistos (esquisto Chililis), es decir, rocas metamórficas que como su nombre indica, resultaron del metamorfismo o transformación a altas temperaturas y presión de lavas andesíticas (rocas volcánicas). Dichos esquistos están cubiertos por rocas sedimentarias o rocas que se forman por acumulación de sedimentos (especialmente limolitas, conglomerados y algunas areniscas) que se pueden observar en las laderas del cerro Chignautla al oeste del municipio.

Las rocas metamórficas y sedimentarias antes señaladas están cubiertas por los depósitos de materiales volcánicos de la Caldera de Los Humeros. Las rocas de origen volcánico más antiguas son flujos de lava de andesita y andesita basáltica (formación Teziutlán), se pueden observar en el noreste. Una etapa posterior de erupción de la Caldera de Los Humeros fue de gran importancia para la conformación del relieve actual ya que los materiales emitidos formaron lo que hoy se conoce como la Ignimbrita de Xaltipan; ésta cubrió las rocas sedimentarias y metamórficas, así como gran parte de la andesita de la formación Teziutlán. Casi toda la ignimbrita se caracteriza por ser poco consolidada y deleznable, es decir, es de poca resistencia, y se extiende por gran parte del centro norte y sur del municipio, éstos depósitos pueden ser clasificados como un flujo piroclástico de pómez y son de espesor variable; por ejemplo, en algunas zonas cercanas a San Sebastián o Acateno, es mayor a 40 m.

Erupciones posteriores de la Caldera de Los Humeros dieron lugar a la caída de otro tipo de materiales (denominados en los mapas como depósitos de caída) que cubrieron a la Ignimbrita de Xaltipan con una intercalación de depósitos de ceniza, lapilli (fragmentos piroclásticos cuyo diámetro varía entre 2 y 64 mm), pómez y paleosuelos (suelos que fueron cubiertos por otros materiales lo cual impidió su desarrollo).

De manera adicional al relieve y a la geología, las características del suelo son muy importantes para entender la inestabilidad de laderas en Teziutlán; la mayor parte de los movimientos que afectan a la población son deslizamientos superficiales, es decir, que ocurren en los materiales que se encuentran en la superficie del terreno, especialmente en el suelo, a profundidades no mayores de 30 metros.

El tipo de suelo que predomina en el municipio es el andosol. Son suelos oscuros derivados de materiales volcánicos que se caracterizan por ser muy fértiles gracias a su alto contenido de materia orgánica y en consecuencia en ellos comúnmente se desarrollan actividades agrícolas y pecuarias. Sin embargo, aquéllos con pendientes superiores al 15% que son empleados para la agricultura son muy propensos a la erosión, por lo que en Teziutlán es común que ocurran procesos erosivos en laderas de fuerte inclinación, y especialmente en aquellas que han sido deforestadas.

Para entender de manera más detallada la ocurrencia de deslizamientos en los espacios urbanos del municipio, la zona de estudio se dividió en cuatro sectores: Noreste, Noroeste, Sureste y Suroeste (ver sección V).

En la región Noreste la mayor parte de los deslizamientos identificados ocurrieron en los depósitos de caída volcánicos y paleosuelos, así como en las laderas formadas prácticamente en su totalidad por la Ignimbrita de Xaltipan, cuya característica principal es su bajo grado de consolidación, lo que implica una baja resistencia. Los diferentes niveles altitudinales del terreno conforman la rampa de piroclastos que se desplaza de sur a norte y en donde los escurrimientos se dirigen hacia la corriente principal del río Nautla. El área urbana prácticamente se desarrolló sobre las zonas planas de la rampa, aunque también hay viviendas que se encuentran construidas en las barrancas o valles que descienden por este sector, y cuyas laderas formadas por materiales no consolidados y pendientes mayores a 12° son muy susceptibles a la inestabilidad de laderas. Esto ocurre en la colonia La Aurora, así como en Las Moraledas, y en menor grado en la colonia San Andrés y en Ayotzingo. En la zona donde se localiza esta última colonia, la cual fue creada para la reubicación de las personas afectadas en el desastre de 1999, existen algunos sitios propensos a la inestabilidad de laderas, especialmente en el noreste, donde hay depósitos volcánicos de caída y paleosuelos y ya han ocurrido algunos deslizamientos.

En el sector Noroeste la ocurrencia de deslizamientos también está asociada a la presencia de la Ignimbrita Xaltipan y su distribución se concentra en el este y norte, además de que en la parte sur-este del área en cuestión se pueden observar algunos deslizamientos de área considerable.

La zona montañosa de Chignautla –límite entre ambos municipios– se encuentra en la porción Noroeste del área de interés. En un sector de esta última se encuentra también la rampa de piroclastos antes mencionada. La zona urbana y la localidad de Xoloateno se

encuentran asentadas principalmente en las zonas planas del terreno, mientras que el poblado de San Sebastián se localiza en las faldas del sistema montañoso de Chignautla. En esta porción Noroeste los deslizamientos están presentes también en la Ignimbrita de Xaltipan, por ello su distribución se concentra al este y norte, inclusive en la localidad de San Sebastián, en donde se han registrado problemas de inestabilidad en la escuela Vicente Suárez Ferrer. De manera contrastante, en el centro de este sector y hacia las laderas del cerro Chignautla, cuyo terreno está conformado por rocas basálticas y sedimentarias respectivamente, el grado de susceptibilidad a los deslizamientos es mucho menor.

En el sur del municipio se presentan los niveles altitudinales más elevados, los cuales sobrepasan los 2250 msnm, por lo que la temperatura y vegetación son diferentes a las del resto del municipio. En el sector Sureste, tanto en el barrio de Xoloco como en las colonias Manuel A. Camacho y Juárez se han presentado problemas de inestabilidad de laderas. En estas últimas se intensifica la problemática ya que además de estar ubicadas en la Ignimbrita de Xaltipan, las condiciones de las viviendas, sus características de construcción –con frecuencia de más de dos niveles– y alto grado de hacinamiento incrementan el nivel del riesgo. De manera similar, la colonia Lindavista, situada prácticamente al frente de la colonia Juárez, también está expuesta a la inestabilidad de laderas. Los límites naturales de la expansión urbana son los valles de fuerte inclinación que rodean a los barrios de Xoloco y la Cofradía. Las aisladas elevaciones situadas en el sur de este sector que presentan niveles bajos de susceptibilidad a deslizamientos están constituidas primordialmente por rocas volcánicas resistentes (toba riolítica consolidada).

La región del Suroeste ocupa también la rampa de piroclastos. No obstante, a la altura de Vista Hermosa aparecen algunas corrientes fluviales que se conectan a la corriente principal del río Tecolutla, atraviesan las colonias Centro, la Gloria, Siete Sabios, el barrio de Francia, Xoloateno, San Diego y San Juan Acateno. Con excepción del centro, en todas estas colonias y barrios existen problemas de inestabilidad de laderas debido a que las pendientes fuertes se presentan de nueva cuenta en las laderas de los valles que cortan la Ignimbrita de Xaltipan. Cabe destacar, sin embargo, que la resistencia de las laderas del cerro Tesivo es mucho mayor a las de la ignimbrita puesto que es un cerro formado por rocas consolidadas (toba riolítica).

Se puede señalar que la región Suroeste es de manera general la zona con menor inestabilidad de laderas, con excepción de los valles arriba mencionados. Los límites físicos formados por una serie de valles que bordean el oriente y poniente de la zona centro de la ciudad son muy evidentes. Lamentablemente el crecimiento del centro de la ciudad ha provocado el asentamiento de viviendas en áreas de fuerte pendiente donde los deslizamientos son con frecuencia desencadenados por lluvias o incluso son influenciados en gran medida por las fugas de agua del drenaje de las viviendas; el agua se introduce en los materiales piroclásticos, los reblandece y satura, por lo que pierden resistencia y se caen.

En general, más del 90% de los deslizamientos ocurren en zonas que ya han presentado condiciones de inestabilidad. Esto significa que los deslizamientos actuales son reactivaciones de movimientos antiguos. En el caso de La Aurora, por ejemplo, con el análisis de fotografías aéreas de 1942 fue posible identificar lo que parece ser la cicatriz de un antiguo movimiento precisamente donde ocurrió el deslizamiento de octubre de 1999; esto implica que fue entonces la reactivación de un movimiento ocurrido antes de los años cuarenta.

Vulnerabilidad: algunos factores clave

Para entender los factores de vulnerabilidad se requiere conocer las características de la población expuesta a una o varias amenazas.

En el año 2015 el municipio de Teziutlán contaba con una población total de 97,590 habitantes distribuida en 34 localidades, 29 de ellas rurales y las otras cinco urbanas (Xoloateno 3,022 habs., San Sebastián 3,942 habs., San Juan de Acateno 4,481 habs., Atoluca 5,187 habs., y la cabecera del mismo nombre, Teziutlán, 58,699 habs.). La zona centro-sur se caracteriza por una mayor densidad poblacional. De 2000 a 2010 todas las localidades urbanas registraron un crecimiento positivo en cuanto a los valores de la tasa de crecimiento de la población; la mayor estabilidad ocurrió en Teziutlán. De manera contrastante, en la mayor parte de las localidades rurales (con excepción de Maxtaco y Amila) se registró una disminución de la población, misma que podría ser resultado del flujo migratorio de zonas menos favorecidas en busca de mejores opciones laborales.

La composición de la población por edad y sexo da indicios de los cambios demográficos de la población y de sus impactos sociales y económicos, especialmente en el número de empleos, viviendas, escuelas y hospitales. De manera generalizada se puede hablar de poblaciones jóvenes (con predominio de niños y adolescentes), en proceso de envejecimiento o con una estructura demográfica envejecida.

La población de Teziutlán se encuentra en un proceso de envejecimiento demográfico. Sin embargo, se puede apreciar una diferenciación entre la cabecera y el resto de las localidades. Al incrementarse el número de habitantes, es decir, en localidades de mayor tamaño, aumenta la presencia de mujeres. En Xoloateno, la localidad más pequeña, por cada 99 hombres hay 100 mujeres, mientras que en Teziutlán hay 85.9 hombres por cada 100 mujeres. No obstante, hay un predominio masculino en el grupo de niños y adolescentes que se invierte entre la población de adultos y ancianos, por lo que la mayoría femenina aumenta acorde con la edad de la población.

En Teziutlán la infraestructura educativa está constituida por todos los niveles educativos, todos ellos disponibles principalmente en las zonas urbanas, mientras que en las localidades rurales incluyen preescolar, educación básica y secundaria. La escolaridad promedio del municipio es de 8.51, y la población analfabeta, cuya mayor proporción es femenina, asciende a 4,365 personas de 15 años o más.

En la zona centro de la cabecera municipal, del 20 al 40% de la población no tiene acceso a servicios de salud; en todas las localidades restantes del municipio, tanto urbanas como rurales, las carencias en cuanto a infraestructura médica y acceso a servicios de salud giran en el orden de entre los 40 y los 80 puntos porcentuales. Esto quiere decir que hay zonas donde únicamente uno de cada cinco habitantes tiene acceso a este tipo de servicios. Tanto en las localidades urbanas y rurales de la zona centro y hacia el sur existen registros que señalan en la población una discapacidad relacionada con el aspecto motriz, así como visual y en menor grado de lenguaje, auditiva y mental.

A nivel municipal el grado de rezago social registrado para 2010 fue muy bajo. Sin embargo, a nivel localidad hay variaciones considerables. Por ejemplo, San Juan de Acateno y San Sebastián tienen un rezago social muy alto, mientras que Atoluca y Xoloateno presentan valores de grado alto, y en la localidad de Teziutlán los niveles de rezago pueden inclusive ser medio, bajo y muy bajo. De manera similar, el grado de marginación municipal, calificado como bajo, no es expresión de las características de todas las localidades. Nuevamente San Sebastián es catalogado en muy alto grado de marginación, Atoluca, San Juan Acateno y Xoloateno tienen un alto grado, y Teziutlán incluye espacios del territorio que poseen medio, bajo y muy bajo grado de marginación.

Los indicadores de rezago social y marginación para el municipio presentan de forma general el mismo patrón; los valores más desfavorables están en el sector norte del municipio, mientras que las condiciones mejoran en la zona centro-occidente, presumiblemente por su proximidad con la cabecera municipal y el impacto positivo de la disponibilidad de los satisfactores sociales.

En el municipio, en el ámbito de la población económicamente activa (PEA) se registra una mayor participación del hombre conforme el tamaño de la localidad crece en número de habitante; llama la atención que en las localidades urbanas de menor rango, la participación de las mujeres se reduce aún más que en las localidades rurales. El establecimiento de las maquiladoras en el municipio de Teziutlán ha generado una participación porcentual alta (arriba del 40%) de trabajadores ocupados en actividades relacionadas con el sector secundario, mientras que en el sector primario es de tan solo el 5.73%, lo cual tiene consecuencias en los niveles de ingreso y acceso a otro tipo de satisfactores urbanos. El 11.32% de la PEA recibe un ingreso menor de un salario mínimo, mientras que el 41.67% recibe un sueldo mensual entre 1 y 2 salarios mínimos.

Como respuesta a la conformación de la zona metropolitana 059 del país, integrada por los municipios de Teziutlán y Chignautla con sus más de 122,000 habitantes, los futuros retos para comprender la

dinámica poblacional de Teziutlán y sus vulnerabilidades tendrán que incluir una mirada más allá de sus fronteras actuales.

Construcción social del riesgo de desastre

Se habla de un riesgo socialmente construido cuando un evento físico se transforma en amenaza o puede afectar potencialmente a una comunidad debido a una serie de acciones humanas, esto es, derivado de sus vulnerabilidades y su grado de exposición. En consecuencia, se puede decir que las dimensiones de la vulnerabilidad en cuanto a su causalidad y la manera que se expresan en un marco socio-territorial específico resultan de un proceso de construcción social. Uno de los desafíos cardinales para la reducción de la vulnerabilidad se centra en la toma de decisiones controvertidas que involucran aspectos de suma relevancia como las dicotomías "conservación vs uso productivo", y "explotación vs manejo sostenible". Éstas distintas opciones generalmente obedecen a necesidades e intereses particulares por lo que no siempre consideran los efectos ambientales locales y su impacto en todo el territorio.

La magnitud del riesgo de desastres por inestabilidad de laderas en Teziutlán si bien está en función del tipo de los deslizamientos que pueden ocurrir, depende en gran medida de las vulnerabilidades y del nivel de exposición de su población. Dichas vulnerabilidades son expresión de las condiciones de vida inseguras de la comunidad, y de las debilidades institucionales imperantes, y tienen un carácter dinámico, lo cual las hace cambiantes y potencialmente transformables. Por ende, por ejemplo, la modificación de esas condiciones inseguras de vida vinculadas con la localización de la población o su exposición, y a sus condiciones de bienestar debe ser prioritaria. Aspectos tales como la falta de ingresos o empleo, la desnutrición, enfermedades, discapacidades, falta de acceso a la educación, a servicios de sanidad básicos y equidad, inducen altos grados de vulnerabilidad. La ausencia de planes de ordenamiento territorial, especialmente en el ámbito de la toma de decisiones y de la concesión de permisos para construcción, tienen repercusiones significativas en la distribución e intensificación de la vulnerabilidad y la exposición.

Los procesos de transformación rural, urbanización, crecimiento y distribución de la población, ligados a la explotación de los recursos naturales, y del ambiente, a la oferta y demanda de empleos y a la distribución del ingreso, sin duda son factores inductores de vulnerabilidad. Los asentamientos de personas de escasos recursos en las zonas más susceptibles a la inestabilidad de laderas que corresponden a la Ignimbrita Xaltipán y a los depósitos de caída generados por la caldera de Los Humeros, así como formas de autoconstrucción muy inseguras, resultan de los procesos de exclusión y segregación socio-espacial de acceso al suelo y a la producción de la vivienda. Ello implica que no acceden a sistemas y materiales de construcción adecuados al contexto ambiental existente, es decir, en consideración a la geología, geomorfología, vegetación y condiciones climáticas del municipio.

La deforestación generada por la búsqueda de ingresos a corto plazo o bien detonada por la búsqueda de materia prima de autoconsumo para la supervivencia de grupos pobres y marginados se puede considerar también como otro factor determinante de la susceptibilidad a deslizamientos en el municipio. La remoción de vegetación favorece la infiltración y la saturación del suelo, lo cual genera una disminución en la resistencia de los materiales y su consecuente inestabilidad. La excavación, la minería y la construcción de infraestructuras en los materiales altamente susceptibles presentes en el municipio también contribuyen a la inestabilidad de las laderas.

Desarrollo y desastres

La reticencia a desarrollar en un corto plazo una estrategia integral municipal con medidas de implementación a escala local de reducción de la vulnerabilidad y de la exposición ante la ocurrencia de deslizamientos para la población de Teziutlán, conllevará a que aún sin la presencia de lluvias extraordinarias, una serie de pequeños y medianos desastres se desencadenen por lluvias estacionales que afectarán de manera diferenciada sus localidades, tanto urbanas como rurales. El tamaño de dichos desastres estará en función de la relación de la ocurrencia de los deslizamientos potenciales con las condiciones de vulnerabilidad de cada localidad, pero la sumatoria de los efectos y el impacto de todos y cada uno de ellos disminuirá la resiliencia de todo el municipio y exacerbará los niveles de vulnerabilidad ya existentes. Esto último puede contribuir a la creación de escenarios de desastre de mayor magnitud, es decir, aquéllos considerados como "grandes desastres".

El desarrollo social y económico de Teziutlán debe estar ligado a su progreso ambiental y territorial sostenible, y el manejo del riesgo de desastre debe implementarse como su columna vertebral. Ello implica no solo la previsión, sino el control de la construcción actual del riesgo y su impacto futuro. El desarrollo del municipio debe entonces considerar una estrategia integral cuyo pivote debe ser expresión del bienestar y la seguridad de su comunidad.

Consecuentemente es menester prioritario, insoslayable e impostergable, incluir el ordenamiento territorial y el manejo integral del territorio en los planes de desarrollo municipal, a partir de un diagnóstico que incluya los problemas específicos del riesgo de desastre en función de las amenazas y vulnerabilidades existentes. Este deberá incluir por un lado los aspectos vinculados a la organización institucional, el marco normativo, las políticas y los mecanismos de financiamiento a nivel municipal y local; por el otro, el análisis de cada uno de los riesgos existentes en el municipio, destacando la prioridad que deben tener las políticas y estrategias destinadas a la reducción de riesgo por inestabilidad de laderas, es decir, el riesgo de desastre asociado a la ocurrencia de deslizamientos.

A nivel institucional se deberán identificar todas las dependencias, organismos y entidades que están o deberían estar involucradas con el manejo del territorio, la reducción del riesgo y la respuesta a emergencias. Deberán asimismo establecerse mecanismos de coordinación y corresponsabilidad transversal.

Finalmente, dado que la política pública, la toma de decisiones y la práctica requieren de un marco normativo es necesario realizar el inventario de los instrumentos de normatividad vigente no solo a nivel local y municipal sino a nivel estatal y nacional, de las normas relacionadas con el manejo ambiental, territorial y de reducción del riesgo de desastres, así como identificar los elementos normativos complementarios que deben ser implementados para responder a las necesidades concretas de la región.

Lineamientos de aplicación de política pública para la RRD por PRM en Teziutlán, Puebla

Irasema Alcántara Ayala y Alejandra Maldonado Martínez

La Gestión Integral del Riesgo de Desastres (GIRD), como política pública, es un campo de acción con múltiples desafíos debido a que para poder implementar una política de este corte se requiere de la intervención transversal y corresponsable de varios tipos de agentes sociales como son los tres órdenes de gobierno, el sector privado, la academia y la participación ciudadana, ésta última de suma relevancia.

El objetivo de una política pública como es la GIRD, -entendiendo por política pública un conjunto de líneas de acción del Estado que de acuerdo con el interés general de la sociedad, elabora planes y programas para alcanzar objetivos nacionales (Garza, 2008)-, es transitar hacia la *deconstrucción del riesgo de desastres*, esto es, revertir el proceso de la construcción social del riesgo en sus diferentes expresiones como son prevención, adaptación, mitigación, emergencia, recuperación y reconstrucción. Por lo tanto, la GIRD busca transitar de una política de tipo reactiva, es decir, pensada en dar atención únicamente en la emergencia, hacia una política integral preventiva, la cual se centre en anticipar la construcción de los desastres dando atención a las causas de fondo o subyacentes y a los factores inductores de los riesgos de desastres.

En materia del marco normativo que regula la implementación de la política de la GIRD, México cuenta con la Ley General de Protección Civil (LGPC), cuyo enfoque, en términos teóricos, tiende a privilegiar la prevención del riesgo de desastre; sin embargo, en la práctica las políticas son más bien de tipo reactivo, y la perspectiva adolece de considerar la necesidad de la implementación transversal de una serie de programas públicos eficientes y fundamentados en un correcto análisis del problema a resolver, lo cual es esencial para el éxito de cualquier implementación gubernamental.

Por lo anterior, es necesario indicar que una eficaz y eficiente política pública tendría cuando menos seis elementos básicos a considerar (Méndez, 2015): 1) identificación del problema, 2) el diagnóstico, 3) la solución, 4) la estrategia, 5) los recursos, y 6) la ejecución. Sin duda, una adecuada implementación de política pública permitirá tener efectos positivos que se verán reflejados en la disminución de la vulnerabilidad global (Wilches-Chaux, 1993; ésta resulta de la interconexión de diferentes tipos de vulnerabilidades, por ejemplo vulnerabilidad económica, política, social, cultural, entre otras), y por ende en la reducción de los desastres. Cabe señalar entonces que para reducir el riesgo de desastres no basta con entender la dinámica del fenómeno natural que potencialmente puede afectar a una población, ya que ésta no se puede modificar, además se requiere de medidas para reducir la vulnerabilidad y la exposición de la población ante el impacto de dicho fenómeno o amenaza. Por lo tanto, es cardinal la capacidad de los tres órdenes de gobierno para coordinar esfuerzos, pero fundamentalmente la de los gobiernos locales para realizar el seguimiento adecuado de la política pública y de esta manera entender las amenazas, realizar zonificaciones de su posible impacto e implementar acciones para reducir la vulnerabilidad y la exposición, y consecuentemente el riesgo de desastre.

La implementación de una política pública en materia de gestión de riesgos, debe entenderse como un sistema de toma de decisiones, cuyo aspecto central, de acuerdo con Puente Aguilar (2014) debe ser normado por cinco ejes axiológicos: el principio de eficiencia y equidad, integralidad, transversalidad, corresponsabilidad y rendición de cuentas, los cuales están orientados a la deconstrucción del riesgo de desastres.

Por consiguiente, el desafío de la GIRD es operar este concepto en la cotidianeidad de la vida práctica de las decisiones que se toman en todos los niveles, y en el modo de vida de la población, ya que los procesos de la construcción social del riesgo tienen efectos multiplicadores que se van condensando en el tiempo, los cuales se pueden deconstruir a través de una toma de decisiones ética, responsable y corresponsable.

Para ejemplificar el aspecto multifactorial de los desastres, el municipio de Teziutlán, Puebla y específicamente la zona urbana del mismo nombre, es un ejemplo representativo de los desafíos que conlleva la implementación de una política en el marco de la GIRD, tomando como referente empírico de análisis la problemática social en torno al fenómeno de la inestabilidad de laderas, donde la combinación de factores como el vacío en la regulación del uso del suelo, las transformaciones en el ambiente natural y físico y en consecuencia la dinámica de la reproducción social en un espacio urbano que, junto con una compleja percepción social del riesgo, hacen de Teziutlán un territorio con alto riesgo de desastres, debido a su exposición, vulnerabilidad y susceptibilidad a procesos de remoción en masa. Durante el desastre de 1999 la combinación de factores naturales y sociales derivaron en la ocurrencia de grandes deslizamientos los cuales afectaron a un sin número de personas y bienes materiales. Por lo tanto, las vulnerabilidades de un territorio son producto de su mal manejo, y éste se vincula con prácticas productivas, sociales, económicas, ambientales, culturales, y de decisiones políticas erróneas o debilidades administrativas e institucionales que son promovidas a través de los patrones de desarrollo existentes.

En este sentido es importante mencionar que la GIRD, debe ser entendida como un proceso complejo y continuo de análisis que debe desarrollarse dentro de un marco de ordenamiento y manejo del territorio, en el que la planificación de la toma de decisiones, y la implementación de acciones juegan un papel preponderante para reducir o controlar la construcción social del riesgo. Dicho análisis debe dirigirse a la identificación, prevención y reducción de las posibilidades de que un fenómeno potencialmente destructivo cause daño o perturbación grave en la vida de las personas, los medios de comunicación, los medios de subsistencia y los ecosistemas de los territorios.

La GIRD no debe ser una actividad aislada o coyuntural, sino un componente que se relaciona de forma transversal con todas las actividades de un territorio, de ahí la complejidad que conlleva la implementación de este tipo de política, por la necesidad de una planeación estratégica y prospectiva. En dicho tenor es necesario identificar y trabajar sobre las causas subyacentes y los factores inductores de los riesgos de desastres, con el propósito de buscar un cambio en el enfoque reactivo de los desastres que ha predominado por mucho tiempo.

De acuerdo con Cardona et al. (2003), la gestión del riesgo en una sociedad debe estar integrada por cuatro aristas específicas: la evaluación del riesgo (involucra la identificación, análisis, y percepción individual y colectiva del riesgo), la reducción del riesgo (las acciones de prevención y mitigación que incluyen reducción de diferentes aspectos de la vulnerabilidad y exposición); el manejo de desastres (vinculado a la preparación, la respuesta a emergencias, la rehabilitación, la reconstrucción, y muy especialmente a la responsabilidad de no construir nuevos riesgos); y la transferencia y financiación del riesgo (mecanismos de protección financiera para cubrir el déficit potencial).

El conocimiento del riesgo es la base operativa de la prevención por lo cual se considera viable la aplicación de algunos lineamientos fundamentados en la evaluación del riesgo como unos de los primeros pasos de la política pública, la identificación del problema y el diagnóstico. La evaluación del riesgo cumple con el objetivo de priorizar las medidas a realizar con el fin de garantizar la seguridad de la vida, los bienes y los ecosistemas.

Desde la óptica de la prevención de desastres, es necesario que las autoridades de gobierno y la población conozcan los peligros o amenazas con los cuales conviven, pero también entiendan las vulnerabilidades en las que están inmersos, el grado de exposición en el que viven y qué tipo de circunstancias pueden desencadenar un desastre. En este sentido, en un primer acercamiento a la evaluación del riesgo en el ámbito de lo local, es de suma relevancia considerar los siguientes puntos (FIRC):

- Conocimiento y manejo integral de la realidad y la historia del territorio en donde el primer acercamiento en el análisis del riesgo retoma la memoria histórica de los desastres.
- Voluntad política de las autoridades gubernamentales.
- Necesidad de disponer de evaluaciones previas y de datos fidedignos del territorio como insumos de información.
- Competencias institucionales definidas y acompañadas de un marco legal.
- Disposición, asignación y gestión de recursos humanos, financieros y materiales para la implementación de acciones a realizarse.
- Las acciones a implementar deben adaptarse a la realidad, es decir a los valores culturales, a los recursos, a los ecosistemas y a las necesidades del territorio.
- El saber popular es necesario para recoger la percepción, el conocimiento y el saber de las comunidades en materia de sus propios riesgos.
- Información demográfica.
- Condiciones de desarrollo humano que presente la comunidad.
- Tipo de participación con balance de género.

Asimismo, analizar el aspecto de la gobernabilidad del riesgo en el municipio de Teziutlán es fundamental para reconocer las fortalezas, oportunidades y recursos con que cuentan las autoridades locales de Protección Civil para conocer sus propios riesgos y en consecuencia implementar y dar seguimiento a programas gubernamentales para reducir el riesgo de desastre. Para esto es trascendental tener en cuenta los siguientes elementos (DELNET, 2015):

1. Marco normativo de prevención de desastres existente.
   a) Leyes, reglamentos y normas de construcción, entre otros.
   b) Planes de prevención y mitigación en el desarrollo territorial.
   c) Planificación del uso del suelo, ordenamiento territorial y desarrollo urbano.
2. Organización territorial.
   a) Descentralización de las autoridades locales.
   b) Participación de la sociedad civil, iniciativa privada, sector productivo, organizaciones comunales, entre otros en materia de prevención.
   c) Espacios de participación y gestión de los actores clave.
   d) Organismos externos de apoyo a la gestión de prevención de desastres (internacionales, nacionales, técnicos, entre otros).
3. Recursos y capacidades territoriales internas y externas.
   a) Disponibilidad de recursos humanos, técnicos, económicos y materiales.
   b) Conocimiento del territorio.
   c) Financiamiento de proyectos y programas.
   d) Aplicación de inversiones y seguros.
4. Acciones o medidas específicas de reducción del riesgo de desastres.
   a) Planes territoriales y sectoriales en materia de reducción de riesgos y de preparativos de emergencias en diferentes instancias de gobierno (salud, educación, infraestructura, financiero, medio ambiente, otros).
   b) Mantenimiento de infraestructura estratégica.
   c) Aplicación de un sistema de alerta temprana y monitoreo.
   d) Uso de herramientas tecnológicas como sistemas de información geográfica.

Analizar dichas condiciones permite tener un panorama de los factores estructurales claves que construyen la vulnerabilidad y sobre todo conocer el margen de posibilidades de implementar o no las propuestas que se emanen de la evaluación del riesgo; asimismo, permite identificar espacios de oportunidad lo cual puede contribuir en la mejora de información, educación, capacitación, investigación científica e inversión en sectores estratégicos, con el fin de robustecer la maquinaria que indicará las directrices de las acciones de emergencia, recuperación, reconstrucción (con el principio de "reconstruir mejor"), adaptación, mitigación y prevención.

En dicho tenor, una forma simple de dar los primeros pasos para establecer una política pública para la reducción y manejo de riesgos de desastre conlleva una reflexión de la situación existente y su relación con acciones o actividades con impacto a corto, mediano y largo plazo. Por ello, de manera adicional a ofrecer al municipio la información y los análisis vertidos en el presente documento, a continuación se presenta una serie de preguntas que deben plantearse las autoridades para entender y reducir el riesgo de desastre –*particular, pero no exclusivamente por inestabilidad de laderas*- a través de acciones territoriales concretas y vinculantes en Teziutlán:

1. ¿Cuál es la política de apropiación de recursos naturales y manejo ambiental que ha existido en el territorio y cómo identificar e implementar estrategias que reduzcan la degradación y pérdida de productividad con base en una gestión racional y sostenible?
2. ¿Cómo adecuar los medios de vida en relación con la naturaleza del territorio de tal manera que se pueda garantizar su seguridad y sostenibilidad? ¿De qué manera se pueden aprovechar los recursos naturales y ambientales, bajo condiciones de seguridad dentro de los términos posibles y admisibles para nuestra sociedad en su conjunto?
3. ¿Cuáles son los mecanismos de decisión en torno al uso del suelo y el ordenamiento territorial que se deben instaurar en el municipio?
4. ¿Cuál es la ubicación y condición de las personas, las líneas vitales, la infraestructura, y las actividades productivas de Teziutlán? y ¿De qué manera se puede revertir la falta de una planeación integral con la finalidad de reducir su grado de exposición a la ocurrencia de deslizamientos y otro tipo de amenazas?
5. ¿Cómo fomentar nuevas oportunidades de producción y asentamientos en el territorio en condiciones de seguridad y sostenibilidad aceptables? ¿Qué opciones de desarrollo de infraestructura, micro créditos, seguros, etc., se pueden instaurar para fortalecer los medios de vida de la comunidad?
6. ¿Cómo mejorar las condiciones sociales de vida de los pobladores para garantizar su educación, bienestar, protección social, seguridad, y estimular la autoprotección?
7. ¿De qué manera la gobernabilidad y las formas organizativas del gobierno, de planificación, de acceso al poder y de toma de decisiones están afectando el nivel de riesgo de la comunidad? ¿Qué acciones y estrategias a corto, mediano y largo plazo, son necesarias para revertir esa influencia negativa? ¿quiénes somos los responsables de llevarlas a cabo?

Todas estas reflexiones tienen estrecha relación con una serie de componentes del proceso de la gestión del riesgo que Lavell (2001) propone deben ser consideradas para su aplicación por todos los actores sociales: (1) La toma de conciencia, la sensibilización y la educación sobre el riesgo; (2) El análisis de los factores y las condiciones de riesgo existentes en el entorno bajo consideración o que podrían existir con la promoción de nuevos esquemas, y la construcción de escenarios de riesgo de manera continua y dinámica; (3) El análisis de los procesos causales del riesgo ya conocido y la identificación de los actores sociales responsables o que contribuyen a la construcción del riesgo; (4) La identificación de opciones de reducción del riesgo, de los factores e intereses que obran en contra de la reducción, de los recursos posibles accesibles para la implementación de esquemas de reducción, y de otros factores o limitantes en cuanto a la implementación de soluciones; (5) Un proceso de toma de decisiones sobre las soluciones más adecuadas en el contexto económico, social, cultural, y político imperante y la negociación de acuerdos con los actores involucrados; y (6) El monitoreo permanente del entorno y del comportamiento de los factores de riesgo.

De manera sintética de acuerdo con diversas experiencias en América Latina, Narváez y colaboradores (2009) señalan que los procesos de intervención que tipifican la gestión del riesgo de desastres se pueden organizar en seis procesos principales: 1) generar conocimiento sobre el riesgo de desastres en sus diferentes ámbitos, 2) prevenir el riesgo futuro, 3) reducir el riesgo existente, 4) preparar la respuesta, 5) responder y rehabilitar, y 6) recuperar y reconstruir (Figura 1).

En el caso de Teziutlán, la atención se debe centrar en reducir el riesgo existente y prevenir el riesgo futuro. Para ello es fundamental establecer programas educativos sobre el riesgo de desastre para todos los niveles escolares y la población en general. Estos deberán incluir jardín de niños o pre-primaria, educación básica, secundaria,

Figura 1. **Procesos clave y objetivos de la gestión del riesgo de desastres (Fuente: adaptado de Narváez *et al.*, 2009).**

bachillerato, educación técnica, y nivel licenciatura. Será también necesario desarrollar programas de información y educación para los adultos mayores, grupos indígenas, personas con discapacidades y la población no alfabetizada. De manera adicional y de forma paralela a la estimulación del conocimiento del riesgo de desastres a través de una política de educación y sensibilización apoyada en una estrategia de comunicación de riesgos, es fundamental diseñar e implementar programas de ordenamiento territorial a escala municipal y local con la imperiosa necesidad de prohibir la construcción de viviendas o infraestructura en zonas susceptibles a la ocurrencia de deslizamientos, o bien la ampliación de las edificaciones existentes. Dichas tareas están enmarcadas en una propuesta general de lineamientos que considera el manejo del territorio fundamentado en la gestión integral de riesgo de desastres como eje fundamental para la reducción de la vulnerabilidad y la exposición de la población (Figura 2).

Finalmente es importante señalar que de acuerdo con la caracterización del riesgo por deslizamientos expresada en el presente documento y a requerimiento de la comunidad Teziuteca, es necesario que con el liderazgo de Protección Civil del municipio las autoridades establezcan un Sistema de Alerta por inestabilidad de laderas. Para ello será fundamental hacer uso de las casetas de instrumentación y monitoreo de laderas instaladas en las colonias La Aurora y San Andrés. Más que una alarma en caso de emergencia o de un botón rojo, el sistema de alerta deberá estar integrado por una serie de estrategias y acciones que le permitan entender a la población cómo se construye el riesgo de desastre y la manera en que cada uno de los actores sociales contribuye a su creación, con el objetivo de aprender a revertir dicho proceso. Debe ser entonces un sistema articulado que garantice la sostenibilidad de la práctica y la vinculación permanente entre las comunidades, científicos, autoridades, tomadores de decisiones, y todos los actores involucrados e interesados en la deconstrucción o reducción del riesgo de desastre en el municipio. No deberá verse como sinónimo de reacción ante la amenaza. El sistema de alerta debe fundamentarse en el compromiso y la corresponsabilidad de todos los habitantes para la reducción y el manejo del riesgo de desastres. Su establecimiento debe realizarse con base en la investigación científica y debe estar contemplado en un marco ético y legal en el que se favorezca la comunicación de riesgos multi-direccional y permanente, de tal forma que desempeñe un papel central en la conformación de una sociedad consciente del riesgo en el que está inmersa y de la necesidad de no construir riesgos a futuro. En consecuencia, el sistema de alerta no debe visualizarse exclusivamente para servir como un procedimiento de coordinación de la respuesta ante la presencia inminente de una amenaza –en este caso, la ocurrencia de deslizamientos-, sino como una instrumento para la comprensión de los riesgos presentes y futuros a través del entendimiento cabal de sus causas y de los factores inductores del riesgo de desastre, lo cual debe incluir la percepción del riesgo y las diferentes dimensiones de la vulnerabilidad y la exposición (Alcántara-Ayala y Oliver-Smith, 2017). Todo ello contribuirá a la identificación oportuna de los procedimientos de gestión de riesgos que se deben llevar a cabo, mismos que deben involucrar medidas realistas, y estrategias consistentes de preparación, prevención, mitigación y respuesta (Figura 3).

Figura 2. **Ejes básicos de gestión para reducir el riesgo de desastre por inestabilidad de laderas en Teziutlán.**

Figura 3. **Esquema de los ingredientes básicos de un sistema de alerta temprana por inestabilidad de laderas.**

FUENTES

Alcántara-Ayala, I., and Oliver-Smith, A. (2017). The necessity of Early Warning Articulated Systems (EWASs): Critical Issues Beyond Response, In: Sudmeier-Rieux, K. Fernandez, M., Penna, I., Jaboyedoff, M. and J.C. Gaillard (eds.), *Linking sustainable development, disaster risk reduction, climate change adaptation and migration*, Springer, pp. 101-124.

Cardona, O. D., Hurtado, J. E., Duque, G., Moreno, A., Chardon, A.C., Velásquez, L. S. y Prieto, S. D. (2003). *La Noción de Riesgo desde la Perspectiva de los Desastres: Marco Conceptual para su Gestión Integral. BID/IDEA Programa de Indicadores para la Gestión de Riesgos*, Universidad Nacional de Colombia, Manizales [http://idea.unalmzl.edu.co].

Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna (FIRC), *Evaluación de la vulnerabilidad y la capacidad. Caja de herramientas con fichas de referencia* [http://www.ifrc.org/Global/Publications/disasters/vca/vca-toolbox-es.PDF].

Garza Salinas, M. (2008). Metodología para el diseño de una política pública en prevención de desastres, en Daniel Rodríguez, Simone Lucatello y Mario Garza (coords.), *Políticas públicas y desastres*, México, Red Mexicana de Estudios Interdisciplinarios para la Prevención de Desastres/Instituto Mora, pp. 27-37.

Lavell, A. (2001). *Sobre la Gestión del Riesgo: apuntes hacia una definición*. En http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd29/riesgo-apuntes.pdf

Méndez Martínez, J. L. (2015). *Análisis de políticas públicas: teorías y casos*. México, El Colegio de México, pp. 84-99.

Narváez, L., Lavell A., Pérez Ortega, G. (2009) *La Gestión de Riesgos de Desastres. Un enfoque basado en procesos*, Proyecto Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina-PREDECAN, Lima.

Programa DELNET (2015). *Marco teórico y glosario*, Curso de Reducción del Riesgo de Desastres y Desarrollo Local Sostenible, Centro Internacional de Formación de la Organización Internacional del Trabajo.

Programa DELNET (2015). *Unidad didáctica 2 El riesgo de desastres: origen, evaluación, reducción y prevención en el marco del desarrollo local sostenible*, Curso de Reducción del Riesgo de Desastres y Desarrollo Local Sostenible, Centro Internacional de Formación de la Organización Internacional del Trabajo.

Puente Aguilar, S. (2014). Del concepto de Gestión Integral de Riesgos a la Política Pública en Protección Civil. Los desafíos de su implementación, en S. E. Gioguli Saucedo y V. Ugalde (coords.), *Gobierno Territorio y Población: las políticas públicas en la mira*, México, El Colegio de México, pp. 691-721.

Wilches-Chaux, G. (1993). La Vulnerabilidad Global, en Andrew Maskrey, *Los desastres no son naturales*, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina [http://www.cridlac.org/digitalizacion/pdf/spa/doc4083/doc4083-b.pdf].

Glosario

El presente glosario está basado en la *Terminología sobre Reducción de Riesgos de Desastres* de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (UNISDR), publicado en Ginebra, Suiza en 2009; incluye elementos del proyecto de informe final del Grupo de trabajo intergubernamental de expertos sobre indicadores y terminología relativa a la *Reducción del Riesgo de Desastre* (versión inédita a diciembre de 2016). Finalmente, para complementar la información se incluyeron datos del Programa Apoyo al Desarrollo Local - DELNET Reducción del Riesgo de Desastre y Desarrollo Local Sostenible, versión 2015 del Centro Internacional de Formación (CIF) de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), así como información del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

Adaptación al cambio climático
La adaptación al cambio climático se define como el ajuste de los sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos. Se pueden distinguir varios tipos de adaptación, entre ellas la preventiva y la reactiva, la pública y la privada, o la autónoma y la planificada.

Amenaza
Amenaza es el peligro latente que representa la manifestación probable de uno o varios fenómenos físicos de origen natural, socionatural o antropogénico, que podría tener efectos adversos en las personas, los ecosistemas, la producción, la infraestructura de bienes y servicios. Representa el factor de riesgo físico, externo al elemento o grupo expuesto. Las amenazas pueden ser individuales, secuenciales o combinadas en su origen y efectos. Cada una de ellas se caracteriza por su localización, dimensión o intensidad, frecuencia y probabilidad con que se manifiesta. Un lugar donde convergen varios tipos de amenazas suele ser designado "escenario multiamenaza".

Amenaza natural
Las amenazas de origen natural son aquellas que forman parte de procesos de la dinámica terrestre y que tienen lugar en la biósfera de nuestro planeta, que en caso de materializarse, pueden transformarse en un evento perjudicial y destructor. Los fenómenos naturales amenazantes pueden variar en magnitud o intensidad, frecuencia, duración, extensión, velocidad de impacto, dispersión espacial y temporal. Se pueden clasificar por su origen en: hidrometeorológicas, geológicas o biológicas.

- Hidrometeorológicas, son aquellas amenazas de origen atmosférico, hidrológico u oceanográfico que dependen de la temperatura, precipitaciones, comportamiento hidráulico de cuerpos de agua y de la evapotranspiración, entre otros aspectos. Comprenden ciclones tropicales, granizadas, heladas, sequías, inundaciones, olas de calor o de frío, trombas marinas, avalanchas de nieve y hielo, tormentas de arena o polvo, desertificación, etcétera.
- Geológicas, son aquellas que se refieren a procesos terrestres internos o de origen tectónico, tales como terremotos, tsunamis, actividad de fallas geológicas, actividad y emisiones volcánicas, así como procesos externos tales como movimientos en masa: deslizamientos, caídas de rocas, avalanchas, colapsos superficiales, licuefacción, suelos expansivos, deslizamientos marinos y subsidencias sísmicas, erupciones volcánicas, erosión y comportamiento de masas de tierra.
- Biológicas, son procesos de origen orgánico o provocados por vectores biológicos que incluyen la exposición a microorganismos patógenos, toxinas o sustancias bioactivas, que pueden causar la muerte o lesiones, daños materiales, disfunciones sociales y económicas o degradación ambiental. Se pueden mencionar como ejemplos: brotes de enfermedades epidémicas, enfermedades contagiosas de origen animal o vegetal, plagas de insectos e infestaciones masivas.

Amenaza socio-natural
Las amenazas de origen socio-natural son aquellas que pueden presentar un peligro latente asociado a la probable ocurrencia de fenómenos físico-naturales cuya existencia, intensidad y recurrencia es exacerbada por procesos de degradación ambiental y por la intervención humana directa. Algunos casos concretos son:

- Inundaciones y deslizamientos resultantes de fenómenos naturales, incrementados o influenciados en su intensidad por procesos de deforestación y degradación o deterioro de cuencas.
- Erosión costera, exacerbada por la acción humana, que se traduce en detrimento o destrucción de humedales, manglares, dunas, bosques.
- Inundaciones urbanas ocasionadas por ubicación de los asentamientos humanos, falta de sistemas adecuados de drenaje de aguas pluviales o por la impermeabilización del suelo, producto del uso del asfalto y la concentración de la construcción, que provoca el aumento de la escorrentía superficial hacia cuerpos de agua (acequias, quebradas, ríos) lo cual reduce y satura la capacidad de evacuación natural y por ende, produce desbordamiento de las aguas.

Entre algunas de las amenazas socio-naturales de gran impacto están:

- El Cambio Climático producto del calentamiento global resultado del aumento de concentraciones de gases con efecto invernadero tales como el dióxido de carbono, metano, óxidos nitrosos y clorofluorocarbonos, incidiendo en el aumento de la temperatura planetaria.
- El inadecuado manejo y gestión de las cuencas hidrográficas que incide en el aumento de las inundaciones, deslizamientos y deterioro ambiental y de los recursos naturales.
- La desertificación y la pérdida del suelo por erosión.

Amenaza tecnológica
Las amenazas tecnológicas son amenazas de origen antrópico, como aquellas relacionadas con el peligro latente generado por la actividad humana en el deterioro de los ecosistemas, la producción, distribución, transporte y consumo de bienes, servicios y sustancias peligrosas, así como la construcción y el uso de las edificaciones.

Son producidas tanto por actividades colectivas como individuales –públicas o privadas– debido entre otros, a la disposición o falta de recursos y mecanismos apropiados que garanticen la provisión y/o aplicación de leyes, regulaciones, normativas, sistemas de control y seguimiento, así como también, por intereses particulares (generalmente económicos) la falta de conciencia pública y de conocimientos sobre los riesgos que una determinada acción puede ocasionar y poner en peligro a la sociedad, a sus bienes y a los ecosistemas.

Las amenazas tecnológicas comprenden las distintas formas de contaminación del recurso hídrico, el aire y el suelo; las explosiones, los incendios forestales y estructurales; el uso de materiales peligrosos de origen químico, radiactivo y biológico; así como las guerras, las rupturas de presas hidroeléctricas o de captación de agua potable y la destrucción de los ecosistemas.

Aproximación a pueblos indígenas y locales para la gestión del riesgo de desastres
La aproximación a pueblos indígenas y locales para la gestión del riesgo de desastres es el reconocimiento y uso del conocimiento tanto indígena como tradicional, lo cual incluye las prácticas de estos, para complementar el conocimiento científico, la planeación e implementación de la gestión del riesgo de desastres.

Cambio climático
Es el "cambio en el estado del clima que se puede identificar (por ejemplo mediante el uso de pruebas estadísticas) a raíz de un cambio en el valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un período prolongado, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede obedecer a procesos naturales internos o a cambios en los forzantes externos, o bien, a cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso del suelo"(IPCC).

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) lo define como un "cambio del clima atribuido directa o indirectamente a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial, y que viene a añadirse a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables".

Capacidad
La combinación de todas las fortalezas, atributos y recursos disponibles dentro de una comunidad, sociedad u organización para la reducción de riesgos de desastres y de esta manera fortalecer la resiliencia. La capacidad puede incluir infraestructura, instituciones, conocimiento personal y habilidades, además de atributos colectivos, así como relaciones sociales, liderazgo y gestión.

Asimismo, se ubican otras tipologías en torno al término de *capacidad*:

- **Capacidad de afrontamiento:** habilidad de las personas, organizaciones y sistemas usando capacidades y recursos para gestionar condiciones adversas, riesgos y/o desastres. Este tipo de capacidad requiere de una conciencia continua, de recursos, así como de una adecuada gestión, tanto en tiempos normales y durante desastres o en condiciones adversas. Las capacidades de afrontamiento contribuyen a la reducción de los riesgos de desastres.

- **Evaluación de capacidades:** es el proceso por el cual la capacidad de un grupo, organización o sociedad es analizada conforme a las metas deseadas, donde las habilidades existentes son identificadas para su mantenimiento o fortalecimiento, además de identificar las brechas de capacidad que pueden incidir en las nuevas medidas.
- **Desarrollo de capacidades: e**s el proceso por el cual las personas, organizaciones y la sociedad desarrollan sistemáticamente sus capacidades a través del tiempo para alcanzar metas de índole social y/o económico. Esto conlleva aprendizaje y varios tipos de entrenamiento, pero también el esfuerzo continuo de las instituciones para el desarrollo sistemático de sus capacidades y del estímulo de una conciencia política, de recursos financieros, sistemas tecnológicos y de un entorno más amplio.

Causas subyacentes de riesgos de desastres
Las causas subyacentes de riesgos de desastres son los procesos o condiciones, usualmente relacionados, que influyen en la construcción de los riesgos incrementando los niveles de exposición o reduciendo su capacidad.

Los conductores subyacentes de riesgo de desastres, también denominados factores subyacentes de riesgo de desastre, incluyen pobreza e inequidad, cambio climático y variabilidad climática, urbanización no planificada y rápida, falta de consideraciones de riesgos de desastres en el ordenamiento territorial, así como la ausencia de una gestión e investigación ambiental y natural, además de factores como cambio demográfico, políticas no informadas de desastres, falta de regulación e inversión privada para la reducción de riesgos y disponibilidad limitada de tecnología, uso insostenible de recursos naturales, ecosistemas declinables y epidemias.

Código de construcción
El código de construcción remite a una serie de ordenamientos o reglamentos relacionados con estándares que buscan controlar aspectos de diseño, construcción, materiales, modificaciones y ocupación de cualquier estructura, los cuales son necesarios para velar por la seguridad y el bienestar de los seres humanos, incluida la resistencia de la infraestructura física a los derrumbes y a los daños.

Los códigos de construcción pueden incluir estándares técnicos y funcionales. Deben incorporar las lecciones de la experiencia internacional y deben adaptarse a las circunstancias nacionales y locales.

Concientización/sensibilización pública
La concientización pública es un factor fundamental para la reducción eficaz del riesgo de desastre. Su desarrollo se logra, por ejemplo, mediante la elaboración y la diseminación de información a través de los medios de comunicación, campañas educativas, establecimiento de centros de información, instituciones de redes, desarrollo de acciones comunitarias o participativas, al igual que la promoción por parte de funcionarios públicos de alto nivel y líderes comunitarios.

Daño de desastre
El daño por desastre ocurre durante e inmediatamente después del desastre. Este es usualmente medido en unidades físicas (por ejemplo, metros cuadrados de vivienda, kilómetros de autopista, etcétera) y describe la destrucción total o parcial de los bienes físicos, la interrupción de servicios básicos y daños a los medios de vida dentro del área afectada.

Degradación ambiental
La disminución de la capacidad del medio ambiente para responder a las necesidades y a los objetivos sociales y ecológicos.

Los efectos potenciales son variados y pueden contribuir al incremento de la vulnerabilidad y la frecuencia e intensidad de las amenazas naturales. Algunos ejemplos: degradación y erosión del suelo, deforestación, desertificación, incendios forestales, pérdida de la biodiversidad, contaminación atmosférica, terrestre o acuática, cambio climático, aumento del nivel del mar, disminución de la capa de ozono, entre otros.

Desarrollo de capacidades
Proceso mediante el cual la población, las organizaciones y la sociedad estimulan y desarrollan sistemáticamente sus capacidades en el transcurso del tiempo, a fin de lograr sus objetivos sociales y económicos, a través de mejores conocimientos, habilidades, sistemas e instituciones, entre otras cosas.

Desarrollo sostenible
Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.

Desastre
Una seria ruptura en el funcionamiento de una comunidad o sociedad, a cualquier escala, debido a eventos peligrosos los cuales se combinan con condiciones de exposición, vulnerabilidad y capacidad, llevando a una o más de las siguientes pérdidas o impactos: humano, materiales, económicos y ambientales que exceden la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos.

El efecto del desastre puede ser inmediato y localizado, pero a menudo está extendido y puede durar un largo periodo de tiempo. El efecto podría poner a prueba o superar la capacidad de una comunidad o sociedad para hacer frente a los desastres haciendo uso de recursos propios y, por tanto, podría requerir asistencia de fuentes externas, lo cual podría incluir jurisdicciones vecinas o niveles de carácter nacional o internacional.

La explicación del aumento continuo en las pérdidas y el impacto en las economías producidas por los desastres puede encontrarse no sólo en el aumento en el número de eventos naturales extremos como han sido las características de estos últimos años (el tsunami del Océano Indico en el 2004, el terremoto de Pakistán en el 2005, los huracanes Katrina, Stan y Wilma en el 2005, el terremoto en Indonesia en mayo del 2006 y en Perú en agosto de 2007, los huracanes Fay, Gustav, Hanna y Ike en el Caribe en 2008, terremoto y tsunami en Japón en 2011, etcétera), sino también en el incremento de la vulnerabilidad en todos los aspectos del desarrollo. Los desastres tienen sus raíces y sus ramas en la compleja red de interacciones que se crean entre el ser humano y las comunidades sociales y naturales de su entorno.

Lo anterior se evidencia con el paso acelerado de economías rurales a modelos de desarrollo urbano e industrial, mala copia de modelos exógenos surgidos de otros procesos económicos, históricos y sociales; con el aumento de población en las ciudades debido a la migración del campo a las zonas urbanas en condiciones precarias y sin oportunidades, o por el incremento de la población que ya vive aglomerada en la ciudad en barrios que no prestan las condiciones mínimas de servicios básicos o garanticen una vida digna y segura, generando nuevos escenarios que se convierten en factores amenazantes para la ocurrencia cotidiana de desastres. Es entonces cuando las amenazas dejan de ser un proceso natural para convertirse en un proceso social.

El desastre es finalmente la concreción del riesgo, una realización de determinados niveles de vulnerabilidad en la sociedad, en que el evento físico sirve de detonador, pero no es la causa única que le da origen.

El Niño Oscilación del Sur (ENOS)
Una interacción compleja del Océano Pacífico tropical y la atmósfera global que da como resultado episodios cíclicos de cambios en los patrones oceánicos y meteorológicos en diversas partes del mundo, frecuentemente con impactos considerables durante varios meses, tales como alteraciones en el hábitat marino, precipitaciones, inundaciones, sequías y cambios en los patrones de las tormentas.

Estrategias y políticas para la reducción de riesgos de desastres
Las estrategias y políticas para la reducción de riesgos de desastres definen metas y objetivos a través de diferentes escalas de tiempo y con objetivos concretos, indicadores y márgenes de tiempo. En armonía con el *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030* estos deben estar dirigidos a la prevención de la construcción de riesgo de desastres, la reducción de riesgos existentes y el fortalecimiento de la resiliencia en ámbitos económicos, sociales, de salud y ambientales.

Una política acordada globalmente para la reducción de riesgos de desastres está establecida en el *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030* aprobado por la Organización de las Naciones Unidas en marzo del 2015, cuyo resultado es esperado en los próximos 15 años es "La reducción substancial de riesgos de desastres y pérdidas de vidas, medios de vida y salud, así como en los bienes económicos, físicos, sociales, culturales y ambientales de personas, empresas, comunidades y países".

Estudio del impacto ambiental
Un proceso mediante el que se evalúan las consecuencias ambientales de un proyecto o programa propuesto. El estudio se emprende como parte integral de los procesos de planificación y de toma de decisiones con el propósito de limitar o reducir el impacto negativo del proyecto o del programa en cuestión.

Evacuación
La evacuación corresponde a la movilización de gente y bienes de manera temporal a lugares más seguros antes, durante o después del evento peligroso con la finalidad de protegerlos. Los planes de evacuación pueden incluir planes de regreso de los evacuados y opciones de refugio en los lugares afectados.

Evaluación de riesgo de desastre
La evaluación del riesgo de desastre es una metodología para identificar y evaluar posibles daños y pérdidas (humanas, medios de subsistencia y empleos, entornos físicos y ambientales, etcétera) ante el impacto de un fenómeno peligroso -en un período de tiempo y espacio determinado- que presenta ciertas condiciones de vulnerabilidad. Se realiza a tra-

vés del análisis y conocimiento del territorio, de las amenazas y de las vulnerabilidades.

La evaluación o análisis del riesgo de desastres busca brindar seguridad a la población, sus bienes, medios de vida y ecosistemas a través del conocimientos de los factores que lo originan con el fin de tomar y priorizar -en forma planificada y concertada- decisiones y aplicar medidas destinadas a reducir los factores de vulnerabilidad a través de acciones de prevención, mitigación, preparativos, rehabilitación y reconstrucción postdesastre. Asimismo, requiere disponer de las características cualitativas y cuantitativas del riesgo de desastres, así como también de los factores que lo determinan. Se constituye en el instrumento fundamental para planear o mejorar acciones de desarrollo, puesto que, mientras más preciso sea el análisis, más eficiente podrá ser la asignación de recursos y más certeras serán las medidas que se adopten para su reducción.

Los pasos más importantes del proceso abarcan lo siguiente:

- Conocimiento del territorio: análisis de los principales factores de desarrollo, características de la realidad y de la historia y acontecimientos de desastres.
- Análisis de las amenazas: identificación de la ubicación, naturaleza, intensidad, característica y probabilidad de que uno o varios eventos físicos puedan transformarse en peligro/s para un territorio.
- Análisis de la vulnerabilidad: determinación de la existencia y el grado de exposición y vulnerabilidad de una sociedad frente a esas amenazas.
- Evaluación del riesgo: estimación y valoración de daños y pérdidas potenciales conforme a la realidad, las amenazas y las vulnerabilidades que existen en el territorio, así como identificación, priorización y diseño de alternativas destinadas a su reducción integrando los enfoques de desarrollo.

Exposición
La exposición corresponde a la situación de la gente, infraestructura, viviendas, capacidades de producción y otros bienes humanos tangibles localizados en áreas propensas al peligro.

Las medidas de exposición pueden incluir el número de personas o tipos de bienes en el área. Estos pueden ser combinados con la vulnerabilidad específica y la capacidad de los elementos expuestos ante cualquier riesgo particular para estimar los riesgos cuantitativos asociados con ese peligro en el área de interés.

Gases de efecto invernadero
Gases integrantes de la atmósfera, de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera, y las nubes. Esta propiedad causa el efecto invernadero

Gestión compensatoria del riesgo de desastres
Las actividades compensatorias de la gestión de riesgos de desastres fortalecen la resiliencia social y económica de los individuos y sociedades frente a riesgos residuales que no puedan ser efectivamente reducidos. Estos incluyen preparación, respuesta y actividades de recuperación pero también una combinación de diferentes instrumentos de financiamiento, tales como los fondos de contingencia nacional, créditos de contingencia, seguros, reaseguros y redes de seguridad social.

Gestión comunitaria de Riesgos de Desastres
La gestión comunitaria del riesgo de desastres promueve la participación de las comunidades potencialmente afectadas en la gestión del riesgo de desastres a nivel local. Esto incluye evaluaciones comunitarias de peligros, vulnerabilidades, capacidades y su participación en la planificación, implementación, monitoreo y evaluación de la acción local para la reducción del riesgo de desastres.

Gestión correctiva del riesgo de desastres
Las actividades para la gestión correctiva del riesgo de desastres están direccionadas a buscar y reducir los riesgos de desastres que ya están presentes y los cuales necesitan ser gestionados y reducidos de manera inmediata. Algunos ejemplos son reacondicionamiento de la infraestructura crítica o la reubicación de poblaciones o bienes expuestos; la gestión correctiva es el conjunto de acciones destinadas a reducir el riesgo resultado de malas decisiones y prácticas de uso y ocupación del territorio, o bien por los cambios ambientales y sociales creados antes del desarrollo de la comunidad.

Las acciones correctivas actúan sobre la vulnerabilidad social, la política económica y el medio ambiente, limitando la exposición de la comunidad a riesgos físicos a través de medidas estructurales de protección y el fortalecimiento del entorno construido (diques, terrazas, muros de contención, estabilización de taludes, fortalecimiento de casas y edificios, etcétera) la reducción de vulnerabilidades y estimulación de la resistencia y la diversificación de los sistemas de producción ante los fenómenos naturales o antropogénicos; fortalecimiento de la toma de conciencia y el papel del gobierno, así como la consulta de los actores locales, estableciendo mecanismos administrativos, afectación de los recursos y legislación territorial para la gestión eficaz de la tierra y los recursos naturales, la mejora de las condiciones de vida, la creación de empleos decentes y la reducción de la pobreza.

Gestión de desastres
Permite la organización, planeación y aplicación de medidas de preparación, respuesta y recuperación de desastres; se concentra en la creación e implementación de planes de preparación y de otro tipo, para aminorar el impacto de los desastres y reconstruir de una mejor manera. La falta de creación y aplicación de un plan podría causar daños a la vida, las viviendas y la pérdida de ingresos.

Gestión de emergencias (emergencia)
Organización y la gestión de los recursos y las responsabilidades para abordar todos los aspectos de las emergencias, especialmente la preparación, la respuesta y los pasos iniciales de la rehabilitación.

La gestión de emergencias es también usada a veces de manera intercambiada con el término gestión de desastres, particularmente en el contexto de peligros biológicos, tecnológicos y de emergencias sanitarias. Aunque hay un amplio grado de solapamiento en los términos, una emergencia podría identificarse con un evento peligroso que no resultase en la interrupción del funcionamiento de una comunidad o sociedad.

Es la gestión reactiva que se prepara para hacer frente a la respuesta de emergencia con el fin de garantizar que la organización, sistemas, procedimientos, recursos y capacidades necesarios estén disponibles y funcionen correctamente en el momento de la emergencia para garantizar una asistencia eficaz a la población, el rescate de la vida humana y la restauración y rehabilitación de servicios básicos después de un desastre.

Los planes de preparación, los sistemas de alerta temprana, formación y sensibilización de las autoridades y el pueblo, las simulaciones, la consulta entre los actores de la organización territorial, la coordinación interinstitucional e intersectorial, mitigar los posibles efectos de las amenazas y la reducción de vulnerabilidades, etcétera. son algunas de las tareas que se pueden hacer en preparación para una situación de desastre.

Gestión del riesgo de desastres
La gestión del riesgo de desastres es la aplicación de las políticas para la reducción de riesgos de desastres y estrategias para prevenir nuevos riesgos de desastres, así como reducir los riesgos existentes y manejar los riesgos residuales, contribuyendo al fortalecimiento de la resiliencia y reducción de pérdidas de desastres.

Se puede distinguir entre la gestión prospectiva de riesgos de desastres, la gestión correctiva de riesgos de desastres y la gestión compensatoria de riesgos de desastres, también llamada gestión de riesgo residual. Es un proceso continuo de análisis, planificación de la toma de decisiones, e implementación de acciones para identificar, prevenir y reducir las posibilidades de que un fenómeno potencialmente destructivo cause daño o perturbación grave en la vida de las personas, los medios de comunicación, los medios de subsistencia y los ecosistemas de los territorios, así como responder de forma adecuada en caso de impacto y recuperar los medios de vida, servicios y sistemas después de un desastre, como se muestra en el siguiente cuadro:

1. Generar conocimiento sobre el riesgo de desastres en sus diferentes ámbitos	2: Prevención de riesgo futuro
	3: Reducción de riesgo existente
	4: Preparación de la respuesta
	5: Respuesta y rehabilitación post desastre
	6: Recuperación y reconstrucción

Fuente: Curso de Formación en Reducción del Riesgo de Desastres y Desarrollo Local Sostenible, 2015.

Gestión prospectiva del riesgo de desastre
Las actividades de la gestión prospectiva de riesgos de desastres abordan y buscan evitar el desarrollo de nuevos o mayores riesgos de desastres. Se centran en abordar los riesgos de desastre que pueden desarrollarse en el futuro si no se ponen en práctica políticas de reducción del riesgo de desastres; algunos ejemplos son una mejor planificación del uso del suelo o sistemas de suplemento de agua que sean suficientemente resistentes a desastres.

La gestión prospectiva se centra en las decisiones que afectan a la relación de las comunidades y sus ecosistemas, pero con la diferencia de que trabaja para evitar que los procesos y las decisiones provoquen condiciones de riesgo en el futuro. Por su propia naturaleza, la gestión de prospectiva tiene una fuerte relación con los procesos de planificación del desarrollo y uso de la tierra. Por ejemplo, a través de la integración del abordaje de riesgo como eje transversal del desarrollo y sustentabilidad de los planes estratégicos, en proyectos de inversión (en ejecución o

en fase de diseño), políticas públicas y las tareas diarias de un territorio y su gente. La conciencia, la voluntad política, la creación de capacidades, la capacitación del personal y afectación de los recursos humanos y materiales son de vital importancia a fin de promover medidas para prevenir o minimizar la generación de nuevos riesgos.

Gobernabilidad del riesgo de desastre
La gobernabilidad del riesgo de desastre implica un sistema de instituciones, mecanismos, políticas, marcos de trabajo legales y otros arreglos para guiar, coordinar y supervisar la reducción de riesgos de desastres y áreas de políticas relacionadas. Una adecuada gestión necesita ser transparente, inclusiva, colectiva y eficiente para reducir los riesgos de desastres existentes y evitar la creación de nuevos.

Instalaciones vitales
Las estructuras físicas, instalaciones técnicas y sistemas principales que son social, económica u operativamente esenciales para el funcionamiento de una sociedad o comunidad, tanto en circunstancias habituales como extremas durante una emergencia.

Información de riesgos de desastres
La información exhaustiva de todas las dimensiones de los riesgos de desastre incluyendolos peligros, exposición, vulnerabilidad y capacidad identificados con personas, comunidades, organizaciones y países con sus bienes. La información de riesgos de desastres incluye todos los estudios, información y mapeos requeridos para comprender el manejo de riesgos de desastres y factores de riesgo subyacentes.

Impacto de desastre
El impacto de desastre es el efecto total, incluyendo efectos negativos (pérdidas económicas, por ejemplo) y efectos positivos (ganancias económicas, por ejemplo) de un evento peligroso o desastre. El término incluye impactos económicos, humanos y medioambientales y puede incluir muertes, heridos y enfermedades, así como cualquier otro efecto negativo en el bien humano de manera física, mental y social.

Para el alcance propuesto por el *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030* son considerados los siguientes términos:

- Desastre a pequeña escala: Es un tipo de desastre que sólo afecta a comunidades locales, las cuales requieren de asistencia más allá de la localidad afectada.
- Desastre a gran escala: Es un tipo de desastre que afecta a una sociedad, la cual requiere asistencia nacional e internacional.
- Desastres frecuentes y poco frecuentes:dependen de la probabilidad de ocurrencia y periodo de retorno de un peligro determinado y sus impactos. El impacto de los desastres frecuentemente pueden ser acumulativo, o ser crónico para una comunidad o una sociedad.
- Un desastre de aparición lenta se define como uno que emerge gradualmente con el tiempo. Los desastres de inicio lento podrían estar asociados por ejemplo a las sequías, desertificación, aumento del nivel del mar, enfermedad epidémica.
- Un desastre de inicio repentino es el desencadenado por un evento peligroso que emerge de forma rápida o inesperada. Los desastres de inicio repentino pueden estar asociados por ejemplo con terremotos, erupción volcánica, inundación repentina, explosión química, falla de infraestructura crítica, accidente de transporte.

Medidas estructurales y no estructurales
Las medidas estructurales son cualquier construcción física cuyo objetivo es reducir o evitar los posibles impactos de los peligros, también son consideradas como la aplicación de técnicas o tecnología de ingeniería para lograr la resistencia al peligro y la resistencia en estructuras o sistemas.

Las medidas estructurales comunes para la reducción de riesgos de desastre incluyen represas, filtradores de inundaciones, barreras para la contención del aumento en el nivel del mar, construcciones resistentes a sismos y terremotos y refugios de evacuación.Las medidas comunes no estructurales incluyen códigos de construcción, leyes de planificación del uso del suelo y su aplicación, investigación y evaluación, recursos de información y programas de concientización pública.

Mitigación
La disminución de los impactos adversos derivados de eventos peligrosos.

Los impactos adversos de peligros particularmente de peligros naturales usualmente no pueden ser prevenidos totalmente, sin embargo su escala de severidad puede ser disminuida gracias a varias acciones y estrategias. Las medidas de mitigación incluyen técnicas de ingeniería, construcciones resistentes a eventos de este tipo, así como políticas ambientales y sociales mejoradas, además de la concientización pública; las medidas estructurales y no estructurales de intervenciónideben ser emprendidas con anticipación a la ocurrencia de un fenómeno o evento potencialmente destructor –de origen natural o antrópico- para reducir o eliminar al máximo el impacto adverso en las población, estructuras físicas, medios de subsistencia, sociedad y ambiente.

Peligro
Un proceso, fenómeno o actividad humana que podría causar pérdida de vidas, heridas u otro tipo de impactos en la salud, daños en la propiedad, desgaste económico o social, así como degradación medioambiental.

Los peligros pueden ser naturales, antropogénicos o de origen socionatural. Los peligros naturales son predominantemente asociados a procesos y fenómenos naturales. Los peligros antropogénicos son inducidos total o parcialmente por actividades y decisiones humanas. Este término no incluye la ocurrencia de riesgos como conflictos armados u otras situaciones de inestabilidad o tensión social que estén sujetas a leyes humanitarias y a legislación nacional. Muchos peligros son socionaturales ya que están asociados a una combinación de factores naturales y antropogénicos, incluyendo la degradación ambiental y cambio climático.

Los peligros pueden ser únicos, secuenciales o combinados en su origen y efectos. Cada peligro se caracteriza por su ubicación, intensidad o magnitud, frecuencia y probabilidad. Los peligros biológicos también se definen por su infectividad o toxicidad u otras características del patógeno, tales como dosis-respuesta, período de incubación, tasa de letalidad y estimación del patógeno para la transmisión.

Un multipeligro se define como (1) la selección de múltiples peligros de alta intensidad que el país afronta, y (2) contextos específicos donde eventos peligrosos pueden ocurrir simultáneamente, en cascada o acumulativamente a través del tiempo, tomando en cuenta el potencial de sus efectos.

Los peligros incluyen procesos y fenómenos biológicos,ambientales, geológicos, hidrometeorológicos y tecnológicos.

Los peligros biológicos tienen su origen en lo orgánico o compuesto por factores biológicos, incluyendo microorganismos patógenos, toxinas y substancias bioactivas. Ejemplos de esto son bacterias, virus o parásitos,así como vida silvestre venenosa e insectos, plantas venenosas y mosquitos portadores de agentes causantes de enfermedades.

Los peligros ambientales pueden incluir peligros de tipo químico, natural y biológico, pueden ser creados por degradación ambiental, contaminación física y química en el aire, agua y suelo. Sin embargo, muchos de los procesos y fenómenos que caen en esta categoría pueden ser llamados conductores de riesgo, y riesgo en lugar de peligros en sí mismos, como la degradación del suelo, la deforestación, la pérdida de biodiversidad, la salinización y el aumento del nivel del mar.

Los peligros de tipo geológico y geofísico se originan de procesos internos de la tierra, como los terremotos, la actividad volcánica y sus emisiones, procesos de remoción de masa, derrumbes, deslizamiento de roca, colapso de superficies y escombros o flujos de barro. Los factores hidrometeorológicos contribuyen de modo importante en estos procesos. Los tsunamis son difíciles de categorizar aunque son desencadenados por terremotos submarinos y otro tipo de eventos geológicos, estos se convierten esencialmente en procesos oceánicos que son manifestados como un peligro relacionados con aguas de las costas.

Los peligros hidrometeorológicos son los que tienen su origen en la atmósfera y el océano; por ejemplo, los ciclones tropicales (también conocidos como tifones y huracanes), inundaciones incluyendo inundaciones repentinas, sequías, ondas de calor, congelamientos y tormentas costeras. Las condiciones hidrometeorológicas pueden también ser un factor en los peligros como los deslizamientos de tierra, incendios, plagas, epidemias y dispersión de substancias tóxicas y material de erupciones volcánicas.

Los peligros tecnológicos son originados por condiciones tecnológicas e industriales, procedimientos peligrosos, fallas de infraestructura o actividades humanas específicas. Algunos ejemplos incluyen la contaminación industrial, radiación nuclear, desperdicios tóxicos, accidentes de transporte, explosiones industriales e incendios con químicos. Los peligros tecnológicos pueden crecer directamente como resultado de un peligro natural.

Pérdida económica
Impacto económico total que consiste en una pérdida económica directa e indirecta. La primera hace referencia al valor monetario de la total o parcial destrucción de recursos físicos existentes en el área afectada. La pérdida económica directa es casi equivalente a los daños físicos. Por su parte, la pérdida económica indirecta responde a un descenso en el valor económico agregado como consecuencia de la pérdida económica directa y/o impactos humanos y ambientales. Ejemplos de bienes físicos que son la base para calcular pérdidas económicas directas incluyen viviendas, escuelas, hospitales, edificios comerciales y gubernamentales, transporte, energía, infraestructuras de telecomunicaciones y otras infraestructuras; activos empresariales y plantas industriales; producción, tales como cultivos, ganado e infraestructura de producción. Asimismo, pueden abarcar los bienes ambientales y el patrimonio cultural.

La pérdida económica directa usualmente ocurre durante el evento o dentro de las primeras horas después del mismo; es usualmente evaluada

poco tiempo después del evento para estimar los costos de la recuperación y los reclamos de pagos del seguro; estos son tangibles y relativamente fáciles de medir.

La pérdida económica indirecta incluye impactos microeconómicos (por ejemplo, los ingresos disminuyen debido a la interrupción de los negocios), impactos mesoeconómicos (por ejemplo, los ingresos disminuyen debido a los impactos en los bienes naturales, la interrupción de las cadenas de suministro o el desempleo temporal) e impactos macroeconómicos (por ejemplo, aumentos de precios, aumentos de la deuda pública, impacto negativo en los precios de las acciones y caída del Producto Interno Bruto). Las pérdidas indirectas pueden ocurrir dentro y fuera del área de peligro y usualmente con un retraso de tiempo; como resultado, estos podrían ser intangibles o difíciles de medir.

Plan para la reducción del riesgo de desastres
Los planes para la gestión de riesgos de desastres establecen metas y objetivos específicos para reducir los riesgos de desastres junto con acciones relacionadas para lograr estos objetivos. Estos deberán ser guiados por el *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030* y ser considerados y coordinados dentro de los planes de desarrollo, asignación de recursos y actividades programadas. Los planes a nivel nacional necesitan ser específicos para cada nivel de responsabilidad administrativa, y adaptados a las diferentes circunstancias sociales y geográficas presentes. El margen de tiempo y responsabilidades para la implementación de recursos de fondos deberán ser especificadas en el plan. Los vínculos para un desarrollo sostenible y los planes de adaptación del cambio climático debe hacerse donde sea posible.

Planificación de contingencias
La planificación de contingencia resulta en un curso de acción organizado y coordinado, con roles institucionales claramente identificados, procesos de información y arreglos operacionales para actores específicos en momentos de necesidad. Basado en escenarios de posibles condiciones de emergencia o eventos peligrosos, permite a los actores clave prever, anticipar y resolver los problemas que pueden surgir durante los desastres.

Los planes de contingencia son el proceso que establece objetivos, enfoques y procedimientos para preparar en la adecuada respuesta y la rehabilitación a los actores implicados en eventos de desastre, desarrollando escenarios y una preparación efectiva y eficiente. Por lo general se centran en la gestión de eventos o riesgos específicos. También se pueden definir como documentos normativos que describen los riesgos, crean escenarios hipotéticos, establecen protocolos de actuación e identifican a los actores y sus responsabilidades frente a la ocurrencia de eventos específicos. El Plan de contingencia debe ligar escenarios supuestos e hipótesis a las acciones priorizando los riesgos y eventos más peligrosos.

Existe un consenso general sobre la eficacia de los planes de contingencia en la mejora de la acción humanitaria. Esta mejora se evidencia de la siguiente manera:

- Un proceso de planificación de contingencia activo permite que los individuos, los equipos, las personas, las organizaciones, las comunidades y las autoridades locales establezcan relaciones de colaboración que pueden ser determinantes durante una emergencia;
- Contribuye a reforzar los mecanismos de coordinación manteniéndolos activos, así como clarificando las responsabilidades de cada actor antes de una crisis;
- Los planes de contingencia ofrecen la oportunidad de analizar, pensar y discutir sobre la respuesta más adecuada frente a determinado evento, algo que por lo general no hay tiempo de hacer durante la emergencia;
- Desde un punto de vista práctico y operativo, uno de los beneficios más palpables de los planes de contingencia es que permite identificar las limitaciones y lagunas existentes antes de una crisis, lo que facilita que se tomen acciones para reducirlas.

Planificación/ordenamiento territorial
Proceso que emprenden las autoridades públicas para identificar, evaluar y determinar las diferentes opciones para el uso de los suelos, lo que incluye la consideración de objetivos económicos, sociales y ambientales a largo plazo y las consecuencias para las diferentes comunidades y grupos de interés, al igual que la consiguiente formulación y promulgación de planes que describan los usos permitidos o aceptables., El ordenamiento territorial incluye estudios, mapeo, análisis de información ambiental y sobre amenazas, así como formulación de decisiones alternativas sobre uso del suelo y diseño de políticas públicas, un plan de gran alcance y largo plazo a diferentes escalas geográficas y administrativas.

Plataforma nacional para la reducción de riesgos de desastres
Es un término genérico para un mecanismo nacional de coordinación y orientación de políticas sobre la reducción de riesgos de desastres que son de naturaleza multisectorial e interdisciplinaria, con participación de los sectores público, privado y social que involucra a todas las entidades interesadas dentro de un país.

Los foros eficaces de coordinación gubernamental están compuestos por las partes interesadas relevantes a nivel nacional y local que tienen puntos focales nacionales designados. Para que estos mecanismos tengan una base sólida en los marcos institucionales nacionales, deben establecerse otros elementos y responsabilidades clave a través de leyes, reglamentos, normas y procedimientos; responsabilidades y autoridades claramente asignadas; crear conciencia y conocimientos sobre el riesgo de desastres mediante el intercambio y la difusión de información y datos no sensibles sobre los riesgos de desastre; contribuir y coordinar informes sobre el riesgo de desastres a nivel local y nacional; coordinar campañas de concientización pública sobre el riesgo de desastres; facilitar y apoyar la cooperación multisectorial local (por ejemplo, entre los gobiernos locales); contribuir a la determinación y presentación de informes sobre los planes nacionales y locales de gestión del riesgo de desastres y sobre todas las políticas pertinentes para la gestión del riesgo de desastres.

Preparación
La preparación se basa en un sólido análisis de los riesgos de desastre y en buenas relaciones con los sistemas de alerta temprana, e incluye actividades tales como planificación de contingencia, almacenamiento de equipos y suministros, desarrollo de arreglos para la coordinación, evacuación e información pública y capacitación asociada y ejercicios de campo. Éstas deben estar respaldadas por capacidades institucionales, legales y presupuestales formales. El término relacionado con "alistamiento" describe la capacidad de responder rápida y apropiadamente cuando sea necesario.

Un plan de preparación establece arreglos por adelantado para permitir respuestas oportunas, efectivas y apropiadas a eventos potencialmente peligrosos específicos o emergentes situaciones de desastre que podrían amenazar a la sociedad o al medio ambiente. Los preparativos ante los desastres deben ser considerados como un proceso continuo e integrado resultante de la implementación de actividades y el uso de recursos provenientes de un amplio espectro de sectores de actividad dirigidos a aumentar la capacidad de respuesta y resiliencia de las poblaciones que contribuyan a disminuir la vulnerabilidad de la población frente a las amenazas.

Asimismo, frente a la permanente construcción del riesgo, por un lado, y la falta de efectividad de las acciones de prevención y mitigación por el otro, siempre habrá desastres cada vez más devastadores. En esta óptica, los preparativos desempeñan un papel clave en la gestión local del riesgo de desastres, ya que favorecen la salvaguardia de vidas humanas, la protección del ambiente y la reestructuración de los medios y sistemas de subsistencia en el territorio.

Los preparativos pueden contribuir a desarrollar y fortalecer las capacidades locales y nacionales ya que crean resiliencia, fortaleciendo la protección social, la protección individual, manteniendo en lo posible el bienestar inicial y generando medios de subsistencia más resistentes, así como facilitando un mejor gobierno y la generación de capital social necesario para reducir la vulnerabilidad frente a la amenaza. Los preparativos no sustituyen necesariamente las acciones de prevención, ni las de mitigación, pero sí ayudan a fortalecer muchas de sus tareas integrándolas dentro de la concepción de preparación.

Las acciones de preparación incluyen, entre otros aspectos: los mapeos de riesgos, el análisis de vulnerabilidad y capacidad y análisis de riesgos, la integración de planes de preparativos en la planificación estratégica territorial, la formación y concienciación intersectorial y comunitaria, la planificación anticipada de la reconstrucción, el fortalecimiento de los medios de subsistencia y los servicios básicos de bienestar social frente a la amenaza, el establecimiento de protocolos y normas de actuación para garantizar la gestión del riesgo así como la respuesta y la recuperación adecuadas y coordinadas.

Prevención
La prevención de desastres, expresa el concepto y la intención de evitar completamente los impactos potenciales de eventos peligrosos. Mientras determinados riesgos de desastres no pueden ser eliminados, la prevención tiene como objetivo reducir la vulnerabilidad y exposición en tales contextos donde, como resultado del riesgo de desastre, es removido. Los ejemplos incluyen presas o terraplenes que eliminan los riesgos de inundación, regulaciones de uso de suelo que no permiten el asentamiento en zonas de alto riesgo, diseños de ingeniería sísmica que aseguran la supervivencia y la función de un edificio crítico en cualquier posible terremoto y la inmunización contra enfermedades prevenibles por vacunación. Las medidas de prevención también se pueden tomar durante o después de un evento peligroso o un desastre para prevenir peligros secundarios o sus consecuencias tales como medidas para prevenir la contaminación del agua.

Pronóstico
Una declaración certera o un cálculo estadístico de la posible ocurrencia de un evento o condiciones futuras en una zona específica. En meteoro-

logía, un pronóstico se refiere a una condición futura, en tanto que una alerta se refiere a una condición futura potencialmente peligrosa.

Reconstrucción
La reconstrucción a medio y largo plazo y el restablecimiento sustentable de la infraestructura crítica, servicios, vivienda, instalaciones y medios de vida necesarios para el total funcionamiento de una sociedad o comunidad afectada por un desastre, alineado con el principio de desarrollo sustentable y reconstruir mejor para reducir el riesgo de desastre futuro.

Reconstruir mejor (*Build Back Better*)
Reconstruir mejor se refiere al uso de las fases de recuperación, rehabilitación y reconstrucción después de un desastre con el objetivo de aumentar la resiliencia de las naciones y comunidades a través de la integración de medidas de reducción de riesgos de desastres dentro de la restauración de infraestructura física, del sistema societal y dentro de la revitalización de viviendas, la economía y el entorno.

Recuperación
La restauración o mejora de los medios de vida, la salud, así como los recursos económicos, físicos, sociales, culturales y ambientales de una comunidad o sociedad afectada por el desastre, alineado con los principios de desarrollo sustentable y la reconstrucción mejor para la reducción del riesgo de desastre futuro.

Reducción del riesgo de desastres
Tiene por objeto tanto prevenir nuevos riesgos y reducir riesgos de desastres existentes, como gestionar el riesgo residual, lo cual contribuye a fortalecer la resiliencia y por lo tanto al logro del desarrollo sostenible.

La reducción del riesgo de desastre es un proceso permanente de análisis, planificación, toma de decisiones e implementación de acciones destinadas a corregir las vulnerabilidades acumuladas a lo largo de los procesos de desarrollo y a mitigar, prevenir y, en el mejor de los casos, evitar que los efectos de un fenómeno potencialmente destructor ocasionen daños o trastornos severos en la vida de las personas, los medios de subsistencia y los ecosistemas de los territorios. Se relaciona con medidas que deben de ser asumidas e implementadas por el conjunto de la sociedad en los diferentes momentos, espacios y dimensiones del desarrollo.

Reforzamiento
Refuerzo o mejora de las estructuras existentes para que sean más resistentes y resilientes a los efectos dañinos de los peligros. El reforzamiento requiere considerar la función y el diseño de la estructura; la fuerza de la estructura se centra en los peligros particulares o en los escenarios de los peligros, además de la practicidad y costo. Algunos ejemplos son el reforzamiento que incluye la suma de refuerzos para las paredes, reforzamiento de pilares, entre otros.

El reforzamiento implica la consideración de cambios en la masa, rigidez, humedad, trayectoria de carga y ductilidad de materiales y puede implicar cambios radicales como la introducción de reguladores de absorción energética y sistemas de aislamiento adecuados. Ejemplos de reforzamiento son la consideración de la carga del viento para consolidar y minimizar su fuerza o, en áreas propensas a terremotos, el refuerzo de estructuras.

Rehabilitación
El restauración de servicios básicos y facilidades para el funcionamiento de una comunidad o sociedad afectada por un desastre.

Respuesta
Las medidas tomadas directamente antes, durante o inmediatamente después de un desastre para salvar vidas, reducir los impactos en la salud, garantizar la seguridad pública y satisfacer las necesidades básicas de subsistencia de las personas afectadas.

La respuesta a los desastres se centra principalmente en las necesidades inmediatas en el corto plazo y en ocasiones se denomina alivio de desastres. La respuesta eficaz, eficiente y oportuna depende de las medidas de preparación para el riesgo de desastres, incluido el desarrollo de la capacidad de respuesta de las personas, las comunidades, las organizaciones, los países y la comunidad internacional.

Los elementos institucionales de la respuesta a menudo incluyen la provisión de servicios de emergencia y la asistencia pública por parte de los sectores público y privado y de los sectores comunitarios, así como la participación comunitaria y voluntaria. Los servicios de emergencia son un conjunto crítico de agencias especializadas que tienen responsabilidades específicas en servir y proteger a personas y propiedades en situaciones de emergencia y desastres. Incluyen a las autoridades de protección civil, policía y bomberos entre muchos otros. La división entre la etapa de respuesta y la posterior etapa de recuperación no es clara. Algunas acciones de respuesta, como el suministro de vivienda temporal y suministro de agua, pueden extenderse hasta la etapa de recuperación.

Resiliencia
La habilidad de un sistema, comunidad o sociedad expuesta a peligros para resistir, absorber y adaptarse, y para transformarse y recuperarse de los efectos de algún peligro, en un tiempo y de forma eficiente, incluyendo la preservación y restauración de sus estructuras básicas y funciones, a través de la gestión de riesgos.

Riesgo
La combinación de la probabilidad de que se produzca un evento de consecuencias negativas.

Riesgo aceptable
El riesgo aceptable, o riesgo tolerable, es por lo tanto un sub-término importante; la medida en que un riesgo de desastre se considera aceptable o tolerable depende de las condiciones sociales, económicas, políticas, culturales, técnicas y ambientales existentes. En términos de ingeniería, el riesgo aceptable también se utiliza para evaluar y definir las medidas estructurales y no estructurales que se necesitan para reducir el posible daño a personas, bienes, servicios y sistemas a un nivel tolerado elegido, según códigos o "prácticas aceptadas" que se basan en probabilidades conocidas de peligros y otros factores.

Riesgo de desastres
El riesgo de desastre corresponde a la pérdida potencial de vidas, lesiones, destrucción o daño de bienes los cuales podrían ocurrir a un sistema, sociedad o comunidad en un período de tiempo específico y determinado probabilísticamente en función del peligro, exposición, vulnerabilidad y capacidad.

La definición de riesgo de desastre refleja el concepto de eventos peligrosos y desastres así como el resultado de las continuas condiciones de riesgo presentes. Los riesgos de desastres comprenden los diferentes tipos de pérdidas potenciales las cuales son a veces difíciles de cuantificar. De todas formas con el conocimiento de los peligros prevalecientes y los patrones de población y desarrollo socioeconómico, los riesgos de desastre pueden ser evaluados y mapeados al menos en términos generales.

Es importante considerar los contextos sociales y económicos en los cuales los riesgos de desastre ocurren y que las personas no necesariamente comparten las mismas percepciones de riesgo y sus factores de riesgos subyacentes.

El riesgo de desastre es un proceso social caracterizado por la coincidencia, en un mismo tiempo y territorio, de eventos físicos potencialmente peligrosos y elementos socioeconómicos expuestos a estos fenómenos, en una condición de vulnerabilidad, y con determinadas capacidades de respuesta y resiliencia. Por tanto, en la existencia y en la dimensión del riesgo actúan fuerzas derivadas de la sociedad y de la naturaleza. Estos elementos son dinámicos y sufren múltiples variaciones continuamente. A veces los cambios son graduales, paulatinos o pausados y a veces son abruptos y repentinos.

La adecuada comprensión de los factores que componen el riesgo es la base fundamental para su gestión:

- Los **eventos físicos o amenazas** son el peligro latente que representa la probable manifestación de uno –o varios– fenómenos físicos de origen natural, socionatural o antropogénico, que puede producir efectos adversos en las personas, en los ecosistemas, en la producción, en la infraestructura, en los bienes y en los servicios. Representa el factor físico del riesgo, externo al elemento o grupo expuesto.
- La **vulnerabilidad** se refiere a la predisposición o susceptibilidad física, económica, política, social y ambiental de una comunidad a ser afectada o sufrir efectos adversos cuando una amenaza se manifiesta. Los factores de vulnerabilidad también dificultan la recuperación después del desastre. Representa el factor interno del riesgo.
- Las **capacidades** se refieren a los medios por los cuales las personas u organizaciones utilizan sus habilidades y los recursos disponibles para hacer frente al impacto de un desastre. Una de las más importantes capacidades a nivel local es la resiliencia. Ésta se refiere a la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad para adaptarse, resistiendo o cambiando, con el fin de mantener un nivel adecuado de su estructura de funcionamiento ante el caso de amenaza.

El riesgo de desastre tiene la función de relacionar las amenazas, vulnerabilidades y capacidades. Se considera que está estrechamente relacionado con la realidad de cada sociedad, ya que el nivel de riesgo y los medios para enfrentarlo dependen de sus circunstancias, capacidades y recursos. Los enfoques más modernos consideran que el riesgo es el resultado de una construcción social, en la cual, las condiciones físicas de la naturaleza no son las más decisivas. De acuerdo con esta noción, el medio ambiente en el cual se establece una sociedad presenta una serie de fenómenos físicos generados por la naturaleza, cuya transformación en verdaderas amenazas para la población está determinada por la acción humana. Por lo anterior, la manifestación de un evento físico ais-

lado no constituye un desastre, por tanto la condición de amenaza está dada por la presencia de elementos sociales y no por las condiciones naturales.

Riesgo de desastre intensivo
Ee el riesgo de desastres de alta severidad, de media a baja frecuencia, asociadas principalmente a peligros mayores. Es principalmente una característica de las ciudades grandes o áreas densamente pobladas que no están solamente expuestas a peligros intensos como terremotos, volcanes activos, inundaciones, tsunamis o grandes tormentas, sino que también tienen altos niveles de vulnerabilidad a estos peligros.

Riesgo de desastre extensivo
Son riesgos de baja severidad, acontecimientos peligrosos de alta frecuencia y desastres principalmente pero no exclusivamente asociados con peligros altamente localizados.

Los riesgos de desastres extensivos son usualmente altos donde las comunidades están expuestas y son vulnerables a inundaciones periódicas localizadas, tormentas terrestres, o sequías. El riesgo de desastre extensivo es usualmente exacerbado por la pobreza, urbanización y degradación ambiental.

Riesgo residual
El riesgo residual es el riesgo de desastre que se mantiene aun cuando se han implementado medidas efectivas de reducción del riesgo de desastres y, para las cuales, se deben mantener las capacidades de respuesta y recuperación de emergencia. La presencia de riesgo residual supone una necesidad permanente de desarrollar y apoyar capacidades efectivas de servicios de emergencia, preparación, respuesta y recuperación junto con políticas socioeconómicas tales como redes de seguridad y mecanismos de transferencia de riesgos, como parte de un enfoque holístico.

Servicios de emergencia
El conjunto de agencias especializas con la responsabilidad y los objetivos específicos de proteger a la población y los bienes en situaciones de emergencia.Llos servicios de emergencia incluyen agencias tales como las autoridades para la protección civil, los cuerpos de policía y de bomberos, los paramédicos, las ambulancias y los servicios médicos de emergencias, al igual que las sociedades de la Cruz Roja y unidades especializadas en emergencias en las áreas de electricidad, transporte, comunicaciones y otras organizaciones con servicios afines.

Sistema de alerta temprana
Es un sistema integrado de monitoreo de peligros y evaluación de riesgos de desastres. Permite la comunicación, preparación de actividades, sistemas y procesos por parte de los individuos, comunidades, gobiernos, negocios, entre otros para tomar acciones y reducir los riesgos de desastre ante eventos peligrosos.

Los sistemas de alerta temprana *"end to end"* y *"people centred"* podrían incluir cuatroelementos clave interrelacionados: 1) Conocimiento del riesgo de desastres basado en la recolección sistemática de información y evaluación de riesgo de desastre; 2) Detección, monitoreo, análisis y previsión de los peligros y posibles consecuencias; 3) Divulgación y comunicación por medio de una fuente oficial de advertencias autorizadas, puntuales, así como información asociada sobre la probabilidad e impacto; 4) Preparación en todos los niveles para responder a las advertencias recibidas. Estos cuatro componentes interrelacionados necesitan ser coordinados a través de los sectores y niveles múltiples para que el sistema trabaje efectivamente e incluya mecanismos de retroalimentación para una mejora continua. La falla de un componente o la falta de coordinación a través de ellos podrían llevar a la falla de todo el sistema.

Sistema de alerta temprana para múltiples peligros
Los sistemas de alerta temprana abordan varios peligros y/o impactos de tipo similar o diferente, en contextos donde los eventos peligrosos pueden ocurrir de manera individual, simultáneamente, en cascada o acumulativo a través del tiempo, y tomando en cuenta el efecto potencial interrelacionados. Un sistema de alerta temprana ante diversos peligros con la habilidad de alertar de uno o más peligros incrementa la eficiencia y consistencias de las alertas a través de mecanismos y capacidades coordinados y compatibles, involucrando múltiples disciplinas para la identificación de los múltiples peligros actuales, así como el monitorear de los mismos.

Transferencia de riesgo
La transferencia de riesgo corresponde a un proceso de cambios formales o informales sobre las consecuencias financieras de determinados riesgos, de una parte hacia otra, mediante el cual una autoridad ya sea del hogar, de la comunidad, empresas o autoridades estatales obtendrán recursos de las otras partes después de ocurrido un desastre, a cambio de una compensación social o beneficios financieros.

El aseguramiento es una forma conocida de transferencia de riesgos, donde la cobertura de un riesgo es obtenida de una aseguradora a cambio de las primas en curso pagadas al asegurador. La transferencia de riesgos puede ocurrir de manera informal en redes familiares o de una comunidad donde hay expectativas recíprocas de ayuda mediante donaciones o créditos; asimismo, de manera formal donde los gobiernos, aseguradoras, bancos multilaterales, y otras grandes entidades establecen mecanismos para ayudar a hacer frente. Dichos mecanismos incluyen contratos de seguro y reaseguro, bonos de catástrofe, facilidades de crédito contingente y fondos de reserva, donde los costos están cubiertos por primas, contribuciones de inversionistas, tasas de interés y ahorros pasados, respectivamente.

Vulnerabilidad
La vulnerabilidad es el grado de exposición o susceptibilidad que tienen las personas y la sociedad a sufrir daños frente a la manifestación de un evento físico potencialmente destructor, que puede dificultar, en mayor o menor grado, su recuperación posterior a la ocurrencia de un fenómeno determinado.

Son condiciones determinadas por procesos ambientales, sociales, culturales, económicos, productivos, políticos e institucionales, tanto individuales como colectivos, que se configuran y cambian permanentemente por las actitudes, conductas, capacidades, conocimientos y acciones que las personas y comunidades ejercemos en la gestión del desarrollo y en detrimento de los ecosistemas.

Por lo general, se puede determinar la vulnerabilidad social de la población en relación con seis características que engloban la mayor parte de los aspectos que conforman la exposición de una persona a un determinado fenómeno natural:

- Resiliencia y medios de subsistencia (capital y bienes, ingresos, trabajo, oportunidades de intercambio, producción, cualificaciones y conocimientos laborales, etc.). La resiliencia de los medios de subsistencia es una medida de la capacidad de los individuos y de los hogares para recuperar su forma de ganarse el sustento y adquirir por si mismos los bienes necesarios para sobrevivir tras el desastre. Esto incluirá la posibilidad de continuar con su empleo, recuperar su nivel de ahorro y beneficios perdidos, superar la pérdida temporal o permanente del cabeza de familia, los daños sobre las actividades normales de subsistencia y la producción (como por ejemplo los daños en la producción agrícola, las filtraciones de agua marina, la contaminación de acuíferos, etc., producidos por una inundación) así como sobre los bienes de primera necesidad. Para reducir la vulnerabilidad de la población a los desastres es preciso proteger y fortalecer sus medios de subsistencia con acciones preventivas.
- Bienestar inicial o capacidad de resistencia individual (nivel nutricional, salud mental y física). Este elemento es esencial para la resiliencia de las personas, especialmente en el caso de desastres que conllevan una merma en la ingestión de alimentos y riesgos para la salud (derivados, por ejemplo, de la contaminación del agua). Identifica por ejemplo las capacidades que tienen las personas para enfrentar la enfermedad o las heridas causadas por el desastre, lo que puede influir significativamente en el nivel de estrés postraumático individual o social y la pronta recuperación.
- Protección individual. El grado de protección determinado por la capacidad y la voluntad para construir una vivienda segura, vivir en un lugar seguro, trabajar en un lugar no expuesto, tener la destreza y el conocimiento necesario para anticipar los riesgos, etc. Este componente está influenciado por el conocimiento y las medidas físicas de protección y la capacidad de las personas para implementarlas.
- Protección social. Formas de preparación ante los desastres y patrones culturales que ofrece la sociedad (códigos de construcción, medidas de mitigación, planes de contingencia, abrigo y evacuación, seguridad social, desarrollo local de comités de preparación, compresión cultural del riesgo, etcétera).
- La gobernanza y las redes e instituciones sociales y políticas existentes. Se refiere a la forma en que opera el poder para determinar cómo se asignan los recursos e ingresos y a la generación de capital social o si existe una sociedad civil y ésta es activa (por ejemplo, debates abiertos sobre los riesgos en los medios de comunicación, existencia de organizaciones que puedan presionar a favor de una protección social adecuada de las personas vulnerables).
- Relación de la comunidad y los individuos con su ecosistema local. Se refiere a las conductas y actitudes individuales o colectivas que adoptan las personas en la protección del ecosistema en el que viven. Por ejemplo, la forma en que gestionan los residuos, el respeto por el entorno forestal, la protección de las cuencas, el uso y tratamiento del agua, la adopción de prácticas productivas y culturales que no comprometan el medioambiente, entre otras.

Estas características que conforman la vulnerabilidad social no son independientes, están íntimamente relacionadas.

Inestabilidad de laderas en Teziutlán, Puebla. Factores inductores del riesgo de desastres, editado por el Instituto de Geografía, se terminó de imprimir el 18 de mayo de 2017, en los talleres de Grupo Infagón, S.A. de C.V., Alcaicería, núm. 8, col. Zona Norte Central de Abastos, del. Iztapalapa, C. P. 09040, México, D.F. El tiraje consta de 100 ejemplares impresos en offset sobre papel couché brillante de 100 gramos para interiores y para la portada cartulina sulfatada de 12 puntos. Para la formación de galeras se usó la fuente tipográfica Minion Pro en 12.5/14.5 y 40/42 puntos. Diseño y formación de galeras: Laura Diana López Ascencio y Deyanira Ballesteros.