



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE POSGRADO EN GEOGRAFÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN GEOGRAFÍA AMBIENTAL

**DIAGNÓSTICO GEOECOLÓGICO DE LA ZONA METROPOLITANA DE
MORELIA**

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
DOCTORA EN GEOGRAFÍA

PRESENTA:
AYESA MARTÍNEZ SERRANO
MSc EN GEOMÁTICA

TUTOR
Dr. MANUEL BOLLO MANENT
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN GEOGRAFÍA AMBIENTAL

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR
Dra. YADIRA M. MÉNDEZ LEMUS
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN GEOGRAFÍA AMBIENTAL

Dr. ENRIQUE V. VEGA PEÑA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD

MORELIA, MICHOACÁN AGOSTO 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	19
Antecedentes	22
Planteamiento del Problema de Investigación	25
Objetivo General	28
Objetivos Particulares	29
Novedad Científica, Actualidad y Justificación	29
Alcance de la Investigación.....	30
Procedimiento metodológico	31
Área de estudio.....	32
Estructura de la tesis.....	35
CAPÍTULO I. APROXIMACIONES TEÓRICAS Y CONCEPTUALES DE LA GEOECOLOGÍA DEL PAISAJE.	36
I.1 GEOGRAFÍA Y PAISAJE.....	36
I.1.1. La Geografía desde diferentes corrientes epistemológicas	36
Aspectos generales del pensamiento Geográfico	36
La Geografía y el paradigma ambiental	38
El enfoque del paisaje desde la Geografía en la Europa Oriental	40
I.2. LA GEOECOLOGÍA DEL PAISAJE	43
I.2.1. El Diagnóstico Geoecológico.....	49
I.2.2. La clasificación de los paisajes. Tipología físico-geográfica a escala local	51
I.3. LA DELIMITACIÓN DEL ESPACIO GEOGRÁFICO DESDE LA CONCEPCIÓN URBANA	53
1.3.1 Delimitación entre los contextos espaciales Urbano, Periurbano y Rural.....	57
1.3.2. Zonificación, un método para delimitar el espacio geográfico	63
I.4. EVALUACIÓN DEL PAISAJE POR MEDIO DE INDICADORES AMBIENTALES.....	64
I.4.1 Indicadores a escala internacional.....	65
I.4.2 El contexto nacional de los indicadores ambientales	66
I.4.3 Indicadores e índices ambientales.....	67
I.5. LA GEOTECNOLOGÍA EN LOS ESTUDIOS DEL PAISAJE.....	68
RESUMEN DEL CAPÍTULO	71
CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN METODOLÓGICA: MÉTODOS Y MATERIALES	72
ETAPA DE ORGANIZACIÓN	72
II.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	72
ETAPA DE INVENTARIO	74

II.2. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO PARA LA OBTENCIÓN DEL MAPA DE UNIDADES FÍSICO-GEOGRÁFICAS	74
II.3. METODOLOGÍA PARA LA CLASIFICACIÓN Y CARTOGRAFÍA DE LAS UNIDADES GEOECOLÓGICAS	75
Tipología de las unidades en función del uso y la cobertura terrestre para el área de estudio	76
Selección y descripción de cada clase, subclase y tipo de cobertura terrestre para su interpretación en la imagen	79
Patrones espaciales de interpretación visual	82
II.3.1. Caracterización de las unidades geoecológicas	82
Propuesta metodológica para la caracterización de las unidades geoecológicas.....	83
Procedimiento para la zonificación de las unidades geoecológicas del ambiente urbano, periurbano y rural	85
ETAPA DE ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO	86
II.4. DIAGNÓSTICO GEOECOLÓGICO DEL PAISAJE EN LA ZONA METROPOLITANA DE MORELIA	86
II.5. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES, INDICADORES E ÍNDICES.....	90
Criterios para la selección de los indicadores.....	91
II.5.1. Grupo I. Evaluación de variables socio-habitacionales	92
Dimensión Demográfica	93
Dimensión Social	97
Dimensión Económica	100
Dimensión Condiciones y Servicios de la Vivienda	102
II.5.1.1. Índice de las Condiciones Socio-Habitacionales (ICSH)	103
II.5.2. Grupo II. Evaluación de la Degradación de los Componentes Naturales y las Modificaciones Antropogénicas.....	104
Componente Vegetación	105
Componente Suelo	111
Componente Hidrología	114
Componente Relieve	118
Componente Geología.....	120
Componente Atmósfera.....	121
Dimensión Antropogénica.....	122
II.5.2.1. Índice de la Degradación de los Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas (ICNMA).....	129

II.6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO PARA LA OBTENCIÓN DE LOS ÍNDICES SINTÉTICOS: CONDICIONES SOCIO-HABITACIONALES, DEGRADACIÓN DE LOS COMPONENTES NATURALES Y MODIFICACIONES ANTROPOGÉNICAS.....	131
II.6.1 Compilación de la base de datos geográfica.....	131
II.6.1.1 Selección de las variables referentes a condiciones socio-habitacionales.....	131
II.6.1.2. Revisión y evaluación de la información censal.....	132
II.6.1.3. Selección de las variables referentes a componentes naturales	133
II.6.1.4. Selección de las variables referentes a degradación antropogénica.....	133
II.6.2. Obtención de la Matriz de Datos Originales (MDO).....	134
II.6.3. Conformación de la Matriz de Datos Índices (MDI).....	134
II.6.4. Obtención de la Matriz de Datos Estandarizados (MDZ).....	135
II.6.5. Clasificación bivariada o análisis de correlación de indicadores	135
II.6.6. Clasificación de los Indicadores en Categorías	137
II.6.7. Obtención de la Matriz de Datos Categorizados por grado de intensidad (MDC)	138
II.6.8. Ponderación de los indicadores. Matriz de Datos ponderados	139
II.6.9. Obtención del Índice Sintético.....	142
II.7. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL DIAGNÓSTICO GEOECOLÓGICO	142
RESUMEN DEL CAPÍTULO	146
CAPÍTULO III. DIFERENCIACIÓN GEOECOLÓGICA DEL PAISAJE NATURAL Y CULTURAL DE LA ZMM.....	147
III.1. CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES FÍSICO-GEOGRÁFICAS DE LA ZONA METROPOLITANA DE MORELIA	147
III.2. CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES GEOECOLÓGICAS DE LA ZONA METROPOLITANA DE MORELIA	149
III.3. ZONIFICACIÓN GEOECOLÓGICA DE LA ZONA METROPOLITANA DE MORELIA	150
III.3.1. Descripción de la Zonificación Geoecológica del territorio a partir de las Unidades Geoecológicas	151
RESUMEN DEL CAPÍTULO	157
CAPÍTULO IV. CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES SOCIO-HABITACIONALES POR UNIDADES GEOECOLÓGICAS DE LA ZMM.....	158
IV.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES SOCIO-HABITACIONALES POR UNIDADES GEOECOLÓGICAS DE LA ZMM.....	158
IV.1.1 Aspectos Demográficos	158
IV.1.2. Aspectos Sociales.....	185
IV.1.3. Aspectos Económicos	202

IV.1.4. Aspectos Habitacionales	215
IV.2. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE LAS CONDICIONES SOCIO-HABITACIONALES DE LA ZONA METROPOLITANA DE MORELIA	218
IV.2.1. Selección de las variables referentes a condiciones socio-habitacionales	218
IV.2.2. Compilación de la Matriz de Datos Originales (MDO)	219
IV.2.3. Obtención de la Matriz de Datos Índices (MDI).....	219
IV.2.4. Obtención de la Matriz de Datos Estandarizados de las Condiciones Socio-Habitacionales (MDZ_CSH).....	219
IV.2.5. Clasificación bivariada o análisis de correlación de indicadores	220
IV.2.6. Clasificación de los Indicadores en la Matriz de Datos Índices en Categorías	224
IV.2.6.1. Obtención de la Matriz de Datos Categorizados por grado de intensidad de las Condiciones Socio-Habitacionales (MDC_CSH)	224
IV.2.6.2. Método para el Proceso de Análisis Jerárquico. Árbol de decisiones.....	225
IV.2.7. Obtención del Índice Sintético	229
IV.3. CARACTERIZACIÓN DE LAS CATEGORÍAS DEL ÍNDICE DE CONDICIONES SOCIO-HABITACIONALES	230
IV.3.1. Categoría Muy Favorable.....	230
IV.3.2. Categoría Favorable	232
IV.3.3. Categoría Favorable a Poco Favorable	234
IV.3.4. Categoría Poco Favorable	235
IV.3.5. Categoría Desfavorable.....	237
IV.3.6. Categoría Muy Desfavorable	239
IV.4. CONDICIONES SOCIO-HABITACIONALES EN LA ZONA METROPOLITANA DE MORELIA	241
RESUMEN DEL CAPÍTULO	249
CAPÍTULO V. EVALUACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE LOS COMPONENTES NATURALES Y LAS MODIFICACIONES ANTROPOGÉNICAS	250
V.1. CARACTERIZACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE LOS COMPONENTES NATURALES Y LAS MODIFICACIONES ANTROPOGÉNICAS POR UNIDADES GEOECOLÓGICAS DE LA ZMM.....	250
V.1.1 Componente Vegetación	250
V.1.2. Componente Suelo	262
V.1.3. Componente Hidrología	269
V.1.4. Componente Relieve	277
V.1.5. Componente Geología.....	281

V.1.6. Componente Atmósfera.....	285
V.1.7. Dimensión Antropogénica.....	289
V.2. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE LA DEGRADACIÓN DE LOS COMPONENTES NATURALES Y MODIFICACIONES ANTROPOGÉNICAS DE LA ZONA METROPOLITANA DE MORELIA.	297
V.2.1. Variables referentes a la degradación de los componentes naturales y las modificaciones antropogénicas al paisaje.....	297
V.2.2. Compilación de la Matriz de Datos Originales (MDO)	297
V.2.3. Obtención de la Matriz de Datos Índices (MDI).....	297
V.2.4. Obtención de la Matriz de Datos Estandarizados de los Componentes Naturales y Antrópicas (MDZ_CNMA).....	298
V.2.5. Clasificación bivariada o análisis de correlación de indicadores	298
V.2.6. Clasificación de los Indicadores en la Matriz de Datos Índices en Categorías	301
V.2.6.1. Obtención de la Matriz de Datos Categorizados por grado de intensidad de los Componentes Naturales (MDC_CNMA).....	301
V.2.7. Método para el Proceso de Análisis Jerárquico. Árbol de decisiones	302
V.2.8. Obtención del Índice Sintético	305
V.3. CARACTERIZACIÓN DE LAS CATEGORÍAS DEL ÍNDICE DE LA DEGRADACIÓN DE LOS COMPONENTES NATURALES Y MODIFICACIONES ANTROPOGÉNICAS	306
V.3.1. Categoría Sin Degradación.....	306
V.3.2. Categorías Sin Degradación a Poca Degradación	308
V.3.3. Categoría Poca Degradación	310
V.3.4. Categoría Degradado	314
V.3.5. Categoría Muy Degradado	317
RESUMEN DEL CAPÍTULO	320
CAPÍTULO VI. DIAGNÓSTICO GEOECOLÓGICO DE LA ZONA METROPOLITANA DE MORELIA	321
VI.1. MATRIZ DE DATOS GEOGRÁFICA DE LA ZONA METROPOLITANA DE MORELIA	321
VI.2. OBTENCIÓN DE LA MATRIZ DE DATOS ESTANDARIZADOS DEL DIAGNÓSTICO GEOECOLÓGICO DE LA ZMM (MDZ_DG)	322
VI.3. OBTENCIÓN DEL VALOR DEL ÍNDICE MEDIO.....	323
VI.4. CARACTERIZACIÓN DE LAS CATEGORÍAS DEL DIAGNÓSTICO GEOECOLÓGICO DE LA ZONA METROPOLITANA DE MORELIA.....	324
VI.4.1. Categoría Situación de Transformación Leve.....	324
VI.4.2. Categoría Situación de Transformación Media.....	325

VI.4.3. Categoría Situación de Transformación extensiva	329
VI.4.4. Categoría Situación de Muy Transformado	334
VI.4.5. Categoría Situación de Transformación Extrema	340
VI.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA SITUACIÓN GEOECOLÓGICA DE LA ZONA METROPOLITANA DE MORELIA	344
VI.6. EL DIAGNÓSTICO GEOECOLÓGICO EN LAS UNIDADES AL INTERIOR DE LA ZONA METROPOLITANA DE MORELIA	351
RESUMEN DEL CAPÍTULO	354
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	361

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1.1. Caracterización del espectro rural-urbano.	59
Figura 1.2. Resolución-Integración entre análisis espacial y análisis geográfico.	69
Figura 2.1. Flujograma de la investigación.	73
Figura 2.2. Cuadrante de correlación entre indicadores.	137
Figura 4.1. Árbol de decisiones en el software <i>expert choice</i>	226
Figura 4.2. Ejemplo de estructura de la ponderación final de indicadores, <i>expert choice</i>	229
Figura 5.1. Ejemplo de la Estructura de la ponderación final de indicadores, <i>expert choice</i>	304

LISTADO DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1. Correlaciones entre los indicadores ZEDU28R y ZNEAIR.	222
Gráfico 4.2. Correlaciones entre los indicadores ZEDU43R y ZNEAIR.	222
Gráfico 5.1. Correlaciones entre los indicadores ZIIZV, ZITCVN y ZIACS.	299

LISTADO DE CUADROS

Cuadro I.1. Relación de algunas aplicaciones del Enfoque Geoecológico.	23
Cuadro 1.1. Índices diagnósticos del paisaje natural y de sus partes morfológicas (estructura horizontal) para el nivel local.	52
Cuadro 2.1. Área mínima cartografiable y escala de salida del mapa.	78
Cuadro 2.2. Intervalos para matriz de calificación y mapas temáticos.	88
Cuadro 2.3. Descripción de las variables y del valor funcional de las áreas verdes.	106
Cuadro 2.4. Valores de ponderación por el tipo de vegetación natural y semi-natural (con modificaciones).	108
Cuadro 2.5. Valores de ponderación de los tipos de utilización del suelo para el cálculo del IACS.	110
Cuadro 2.6. Tipos de superficie. Adaptado del plan de indicadores de Biodiversidad.	113
Cuadro 2.7. Reclasificación del grado de degradación de suelo.	114
Cuadro 2.8. Clases de densidad de drenaje.	115

Cuadro 2.9. Relación de Factores de Impacto por variable.....	118
Cuadro 2.10. Uso urbanístico del suelo según la pendiente.....	119
Cuadro 2.11. Base de Datos del Índice de Calidad de la vivienda según el entorno habitacional. .	128
Cuadro 2.12. Resumen de índices e indicadores.	130
Cuadro 2.13. Métodos de clasificación utilizados en la obtención de categorías de los índices e indicadores.	137
Cuadro 2.14. Valor por nivel de intensidad para indicadores de beneficio y costo.	139
Cuadro 2.15. Escala de preferencias de saaty adaptada.	141
Cuadro 2.16. Intervalos para matriz de calificación.....	145
Cuadro 3.1. Características generales de la población y las viviendas al interior de cada Zona de la ZMM (Cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).;Error! Marcador no definido.	
Cuadro 4.1. Distribución de la Población de 0 a 14 años (POB8) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).....	159
Cuadro 4.1.a. Categorías del Porcentaje de Población de 0 a 14 años (POB8R) en las unidades geoecológicas de la ZMM.....	160
Cuadro 4.2. Distribución de la Población de 15 a 64 años (POB12) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie con población).....	162
Cuadro 4.2.a. Categorías del Porcentaje de la Población de 15 a 64 años (POB12R) en las unidades geoecológicas de la ZMM.....	163
Cuadro 4.3. Distribución de la Población de 65 años y más (POB24) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).	165
Cuadro 4.3.a. Categorías del Porcentaje de Población de 65 años y más (POB24R) en las unidades geoecológicas de la ZMM.....	166
Cuadro 4.4. Distribución de la Población Inmigrante Acumulada (PIACR) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).	169
Cuadro 4.4.a. Categorías del Porcentaje de Población Inmigrante Acumulada (PIACR) en las unidades geoecológicas de la ZMM.....	170
Cuadro 4.5. Distribución de la Población residente en Estados Unidos de América en junio 2005 (MIG15) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).	172
Cuadro 4.5.a. Categorías del Porcentaje de Población residente en Estados Unidos de América en junio 2005 (MIG15R) en las unidades geoecológicas de la ZMM.	173
Cuadro 4.6. Distribución de la Tasa de Población Inmigrante Reciente (TPIR) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).	176
Cuadro 4.6.a. Categorías de la Tasa de Población de Inmigrantes Recientes (TPIR) en las unidades geoecológicas de la ZMM.....	177
Cuadro 4.7. Distribución de la Población con Discapacidad (DISC1R) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).	179
Cuadro 4.7.a. Categorías del Porcentaje de la Población con Discapacidad (DISC1R) en las unidades geoecológicas de la ZMM.....	180

Cuadro 4.8. Distribución de la Densidad de Población (DP) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).	183
Cuadro 4.8.a. Categorías de la Densidad de Población (DP) en las unidades geocológicas de la ZMM.	183
Cuadro 4.9. Distribución de la Población sin Derechohabiciencia a Servicios de Salud (SALUD2R) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).	186
Cuadro 4.9.a. Categorías del Porcentaje de la Población sin derechohabiciencia a servicios de salud (SALUD2R) en las unidades geocológicas de la ZMM.	187
Cuadro 4.10. Distribución de la Población de 15 años y más analfabeta (EDU28) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).	190
Cuadro 4.10.a. Categorías del Porcentaje de Población de 15 años y más analfabeta (EDU28R) en las unidades geocológicas de la ZMM.	190
Cuadro 4.11. Distribución de la Población con al menos un grado aprobado en educación media superior al interior (EDU43R) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).	193
Cuadro 4.11.a. Categorías del Porcentaje de la Población 18 a 130 años con al menos un grado aprobado en educación media superior (EDU43R) en las unidades geocológicas de la ZMM.	194
Cuadro 4.12. Distribución de la Población que No asiste a la escuela en edad escolar (EDU6-14R) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).	196
Cuadro 4.12.a. Categorías de la Población que no asiste a la escuela en edad escolar (EDU6-14R) en las unidades geocológicas de la ZMM.	197
Cuadro 4.13. Distribución del Nivel de Escolaridad Alcanzado (NEAIR) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).	199
Cuadro 4.13.a. Categorías del Nivel Educativo Alcanzado (NEAIR) en las unidades geocológicas de la ZMM.	200
Cuadro 4.14. Distribución de la Población Económicamente Activa (ECO1) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).	203
Cuadro 4.14.a. Categorías de la Tasa de participación económica (TPER) en las unidades geocológicas de la ZMM.	204
Cuadro 4.15. Distribución de la Población Ocupada (ECO4) en las UGs por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).	206
Cuadro 4.15.a. Categorías de Tasa de Actividad Económica (TAER) en las unidades geocológicas de la ZMM.	207
Cuadro 4.16. Distribución de la Población ocupada de 12 años y más sin escolaridad (ECO7) en las UGs por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).	209
Cuadro 4.16.a. Categorías de Porcentaje de Población ocupada de 12 años y más sin escolaridad (ECO7R) en las unidades geocológicas de la ZMM.	211

Cuadro 4.17. Distribución de la Población Dependiente por categorías de IDER al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).....	213
Cuadro 4.17.a. Categorías del Índice de Dependencia Económica (IDER) en las unidades geoecológicas de la ZMM.....	214
Cuadro 4.18. Distribución del Índice de Servicios Básicos Insatisfechos en las viviendas (ISBI) en las UGs por categorías del indicador de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).....	216
Cuadro 4.18.a. Categorías de Índice de servicios básicos insatisfechos en las viviendas (ISBI) en las unidades geoecológicas de la ZMM.....	217
Cuadro 4.19. Correlaciones entre los indicadores demográficos.....	220
El cuadro 4.20 nos muestra las correlaciones momento mediante el método de Pearson, entre cada par de indicadores. Los valores en rojo señalan correlaciones significativamente altas, que deben ser consideradas para determinar qué indicadores pudieran ser excluidos por presentar redundancia explicativa. El rango de estos valores oscila entre -1 y +1. Los valores en rojo, como es el caso del indicador Población Analfabeta (ZEDU28R) y la Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior (ZEDU43R) con el indicador del Nivel Educativo Alcanzado (ZNEAIR) en un valor relativamente alto de (-0.809) y (0.921) respectivamente, le sigue la relación entre ZEDU28R y ZEDU43R con una relación de (-0.757), por lo que se analiza si estos indicadores pudieran ser redundantes en cuanto al fenómeno que explican en el contexto de la ZMM.....	221
Cuadro 4.20. Correlaciones entre los indicadores sociales.....	221
Cuadro 4.21. Correlaciones entre los indicadores sociales.....	223
Cuadro 4.22. Correlaciones entre los indicadores económicos.....	223
Cuadro 4.23. Valor por nivel de intensidad del impacto para indicadores beneficio y costo.....	225
Cuadro 4.24. Categorías del Estado del índice de Condiciones Socio- Habitacionales.....	230
Cuadro 4.25. Resultados cuantitativos de las Condiciones Socio - Habitacionales (ICSH).....	248
Cuadro 5.1. Distribución de la población y superficie por categorías del Índice de Importancia de las Zonas Verdes (IIZV) Zona Urbana, Periurbana y localidades rurales principales.....	251
Cuadro 5.1.a. Categorías del Índice de Importancia de las Zonas Verdes (IIZV) en las unidades geoecológicas de la Zona Urbana, Periurbana y Localidades Rurales Principales seleccionadas ..	252
Cuadro 5.1.b. Población en las Categorías del IIZV y con relación a variables socio-demográficas seleccionadas (Cantidad de habitantes y viviendas y % con respecto al total).....	253
Cuadro 5.2. Categorías del Índice de Transformación de la Cobertura Vegetal Natural (ITCVN) en las unidades geoecológicas de la Zona Rural.....	255
Cuadro 5.2.a Población en las Categorías del ITCVN y con relación a variables demográficas y socio-económicas seleccionadas al interior de la Zona Rural (Cantidad de habitantes, viviendas y % con respecto al total en el indicador).....	256
Cuadro 5.3. Distribución de la población y superficie por categorías del Índice Antropización de la Cobertura Superficial (IACS) al interior de la ZMM.....	259
Cuadro 5.3.a Categorías del Índice de Antropización de la Cobertura Superficial (IACS) en las unidades geoecológicas de la ZMM.....	260
Cuadro 5.3.b. Población en las Categorías del IACS en relación a variables socio-económicas seleccionadas en la ZMM.....	260
Cuadro 5.4.1 Superficie de los polígonos de las Unidades Físico-Geográficas (km ²) de la ZMM.	263

Cuadro 5.4. Distribución de la población y superficie por categorías del Índice de Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre (DPSCT) al interior de la ZMM.	263
Cuadro 5.4.a. Categorías del índice de Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre (DPSCT) en las unidades geoecológicas de la ZMM. .	264
Cuadro 5.4.b. Porcentajes en las Categorías del DPSCT y su relación con variables seleccionadas al interior de la ZMM.	265
Cuadro 5.5. Distribución de la población y superficie por categorías del Índice de la Degradación del Suelo (DS) al interior de la ZMM.	267
Cuadro 5.5.a. Categorías de la Degradación del Suelo (DS) en las unidades geoecológicas de la ZMM.	268
Cuadro 5.6. Distribución de la población y superficie por categorías del indicador de la Densidad de Drenaje Superficial (DDS) al interior de la ZMM.	270
Cuadro 5.6.a. Categorías de la Densidad de Drenaje Superficial (DDS) en las unidades geoecológicas de la ZMM.	271
Cuadro 5.6.b. Porcentajes máximos en las Categorías del DDS por variables físico-naturales seleccionadas al interior de la ZMM.	272
Cuadro 5.7. Categorías de las Condiciones de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico (CRHH) en las unidades geoecológicas de la Zona Urbana.	274
Cuadro 5.7.a. Población en las Categorías de los CRHH por variables sociales seleccionadas al interior de la Zona Urbana.	275
Cuadro 5.8. Categorías de IPU en las UGs al interior de la ZMM (viviendas y % de superficie)..	278
Cuadro 5.8.a. Categorías de la Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización (IPU) en las unidades geoecológicas de la Zona Urbana, Periurbana y localidades Rurales.	278
Cuadro 5.8.b. Población en las Categorías del IPU por variables socio-económicas seleccionadas al interior de la Zona Metropolitana.	280
Cuadro 5.9. Distribución de la población y superficie por categorías del Riesgo por la presencia de Fallas y Fracturas (RFF) al interior de la ZMM.	282
Cuadro 5.9.a. Categorías del Riesgo por la presencia de Fallas y Fracturas (RFF) en las unidades geoecológicas de la ZMM.	283
Cuadro 5.9.b. Población en las Categorías de la RFF y relación con variables socio-económicas seleccionadas al interior de la Zona Metropolitana.	283
Cuadro 5.10. Distribución de la población y superficie por categorías del indicador Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio (ECAP) al interior de la ZMM.	286
Cuadro 5.10.a. Categorías de la Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio de la Zona Metropolitana.	287
Cuadro 5.10.b. Población en las Categorías de la ECAP y relación con variables socio-económicas seleccionadas al interior de la Zona Metropolitana.	288
Cuadro 5.11. Distribución de la población y superficie por categorías del indicador de la Modificación Antropogénica por la Presencia de Elementos Antrópicos en el Paisaje de la Zona Periurbana y Rural.	290
Cuadro 5.11.a. Categorías de la Modificación Antropogénica por la Presencia de Elementos Antrópicos en el Paisaje de la Zona Periurbana y Rural.	291

Cuadro 5.11.b. Población en las Categorías del IAEA y relación con variables socio-económicas seleccionadas al interior de la Zona Periurbana y Rural.	291
Cuadro 5.12. Distribución de la población y superficie por categorías del indicador de la Calidad del Entorno Habitacional de la Zona Urbana, Periurbana y localidades principales al interior de la ZMM.	294
Cuadro 5.12.a. Categorías de la Calidad del Entorno Habitacional de la Zona Urbana, Periurbana y localidades principales (en habitantes y % de superficie).	295
Cuadro 5.12.b. Población en las Categorías del CEH y relación con variables socio-económicas seleccionadas al interior de la Zona Urbana-Periurbana.	295
Cuadro 5.13. Correlaciones entre los componentes de Vegetación.	299
Cuadro 5.14. Correlaciones entre los indicadores del componente vegetación.	300
Cuadro 5.15. Valor por nivel de intensidad del impacto de los indicadores de costo y beneficio. .	302
Cuadro 5.16. Calificación de los indicadores según criterio de expertos.	304
Cuadro 5.17. Categorías del Estado del índice de la Degradación de los Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas en la ZMM.	305
Cuadro 5.18. Resultados cuantitativos por categorías del índice de Condiciones Físico-Geográficas y Modificaciones Antropogénicas (ICNMA).	319
Cuadro 6.1. Categorías del Diagnóstico Geoecológico de la Zona Metropolitana de Morelia.	323
Cuadro 6.2. Resultados cuantitativos en unidades geoecológicas por categorías del Diagnóstico Geoecológico.	344
Cuadro 6.3. Población y Superficie por Zonas al interior de la ZMM por categorías del Diagnóstico Geoecológico.	352
Cuadro 6.4. Población y Superficie por municipios al interior de la ZMM por categorías del Diagnóstico Geoecológico.	354

LISTADO DE MAPAS

Mapa 3.1. Unidades del Paisaje Físico-Geográficos de la ZMM	
Mapa 3.2. Unidades Geoecológicas de la ZMM	
Mapa 3.3. Zonificación de las Unidades Geoecológicas de la ZMM	
Mapa 4.1. Población de 0 a 14 años en las unidades geoecológicas de la ZMM (POB8R) (%).	162
Mapa 4.2. Población de 15 a 64 años en las unidades geoecológicas de la ZMM (POB12R) (%).	165
Mapa 4.3. Población de 65 años y más en las unidades geoecológicas de la ZMM (POB24R) (%).	168
Mapa 4.4. Población Inmigrante Acumulada en las unidades geoecológicas de la ZMM (PIACR) (%).	171
Mapa 4.5. Población de 5 años y más residente en Estados Unidos de América en junio 2005 en las unidades geoecológicas de la ZMM (MIG15R) (%).	175
Mapa 4.6. Tasa de Población Inmigrante Reciente en las unidades geoecológicas de la ZMM (TPIR) (tasa).	179
Mapa 4.7. Población con Discapacidad en las unidades geoecológicas de la ZMM (DISC1R) (%).	182
Mapa 4.8. Densidad de Población en las unidades geoecológicas de la ZMM (DP) (%).	185

Mapa 4.9. Población sin Derechohabencia a Servicios de Salud en las unidades geoecológicas de la ZMM (SALUD2R) (%).....	189
Mapa 4.10. Población de 15 años y más Analfabeta en las unidades geoecológicas de la ZMM (EDU28R) (%).....	192
Mapa 4.11. Población 18 a 130 años de edad que tienen al menos 1 grado aprobado en educación superior en las unidades geoecológicas de la ZMM (EDU43R) (%).....	196
Mapa 4.12. Población que No asiste a la escuela en edad escolar en las unidades geoecológicas de la ZMM (EDU6-14R) (%).....	199
Mapa 4.13. Nivel de Escolaridad Alcanzado en las unidades geoecológicas de la ZMM (NEAIR) (%).....	202
Mapa 4.14. Tasa de Participación Económica en las unidades geoecológicas de la ZMM (TPER) (%).....	205
Mapa 4.15. La Tasa de Actividad Económica en las unidades geoecológicas de la ZMM (TAER) (%).....	209
Mapa 4.16. Población Ocupada de 12 años y más sin escolaridad (ECO7R) en las unidades geoecológicas de la ZMM (ECO7R) (%).....	213
Mapa 4.17. Índice de Dependencia Económica en las unidades geoecológicas en la ZMM (IDER) (%).....	216
Mapa 4.18. Índice de Servicios Básicos Insatisfechos en las viviendas en las unidades geoecológicas de la ZMM (ISBI) (%).....	219
Mapa 4.19. Índice de Condiciones Socio-Habitacionales de la Zona Metropolitana de Morelia ..	231
Mapa 5.1. Índice de Importancia de las Zonas Verdes (IIZV) en porcentajes de la Zona Urbana y Periurbana y Localidades rurales principales.....	254
Mapa 5.2. Índice de Transformación de la Cobertura Vegetal Natural (ITCVN) en la Zona Rural.....	258
Mapa 5.3. Índice de Antropización de la Cobertura Superficial (IACS) en la ZMM.....	262
Mapa 5.4. Índice de Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre (DPSCT) en la ZMM.....	266
Mapa 5.5. Degradación del Suelo (DS) en la ZMM.....	269
Mapa 5.6. Densidad de Drenaje Superficial (DDS) en la ZMM.....	273
Mapa 5.7. Condiciones de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico (RHH) en la Zona Urbana.....	277
Mapa 5.8. Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización (IPU) en la ZMM.....	281
Mapa 5.9. Riesgo por la presencia de Fallas y Fracturas (RFF) en la ZMM.....	285
Mapa 5.10. Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio (ECAP) en la ZMM.....	289
Mapa 5.11. Modificación Antropogénica por la Presencia de Elementos Antrópicos en el Paisaje (IAEA) en la Zona Periurbana y Rural.....	293
Mapa 5.12. Calidad del Entorno Habitacional (CEH) de la Zona Urbana, Periurbana y localidades principales.....	297
Mapa 5.13. Índice de la Degradación de los Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas	307
Mapa 6.1. Índice del Diagnóstico Geoecológico de la Zona Metropolitana de Morelia.....	324

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografías 3.1. Unidades Geoecológicas Urbanas de la ZMM.....	152
Fotografías 3.2. Unidades Geoecológicas Periurbanas de la ZMM.	154
Fotografías 3.3. Unidades Geoecológicas Rurales de la ZMM.....	155
Fotografías 4.1. Unidades Geoecológicas en Condiciones Socio-Habitacionales Muy Favorables y Favorables.	242
Fotografías 4.2. Unidades Geoecológicas en Condiciones Socio-Habitacionales Poco Favorables y Poco Favorables.	243
Fotografías 4.3. Unidades Geoecológicas en Condiciones Socio-Habitacionales Desfavorables... 245	
Fotografías 4.4. Unidades Geoecológicas en Condiciones Socio-Habitacionales Muy Desfavorables.	246
Fotografías 4.4.1. Unidades Geoecológicas en Condiciones Socio-Habitacionales Muy Desfavorables (barrios irregulares).....	246
Fotografías 4.4.2. Unidades Geoecológicas en Condiciones Socio-Habitacionales Muy Desfavorables (barrios irregulares).....	247
Fotografías 5.1. Unidades Geoecológicas en condiciones Físico-Geográficas y Modificaciones Antropogénicas Sin Degradación.....	308
Fotografías 5.2. Unidades Geoecológicas en condiciones Físico-Geográficas y Modificaciones Antropogénicas Sin Degradación a Poca Degradación.....	310
Fotografías 5.3. Unidades Geoecológicas en condiciones Físico-Geográficas y Modificaciones Antropogénicas con Poca Degradación.....	313
Fotografías 5.4. Unidades Geoecológicas en condiciones Físico-Geográficas y Modificaciones Antropogénicas con Degradación.	316
Fotografías 5.5. Unidades Geoecológicas en condiciones Físico-Geográficas y Modificaciones Antropogénicas Muy Degradadas.	319

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 2.1. Descripción de la Tipología para la delimitación de la cobertura terrestre y uso del suelo en la imagen espacial Spot 6 del 2014.	
Anexo 2.2. Ficha Técnica de Interpretación visual en la imagen SPOT6 del 2014.	
Anexo 3.1. Aplicación del enfoque geoecológico para la interpretación espacial de los niveles de urbanización	
Anexo 3.2. Leyenda del Mapa de Paisajes Físico-Geográficos.	
Anexo 3.3. Matriz de obtención de las Unidades Geoecológicas del área de estudio.	
Anexo 4.1. Matriz de Datos Originales _ Condiciones Socio-Habitacionales	
Anexo 4.2. Matriz de Datos Índices _ Condiciones Socio-Habitacionales	

Anexo 4.3. Matriz de Datos Estandarizados _ Condiciones Socio-Habitacionales
Anexo 4.4. Matriz de Datos Categorizados _ Condiciones Socio-Habitacionales
Anexo 4.5. Matriz de Datos Ponderados _ Condiciones Socio-Habitacionales
Anexo 4.6. Matriz de Datos del Índice Sintético _ Índice Condiciones Socio-Habitacionales
Anexo 5.1. Matriz de Datos Originales _ Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas
Anexo 5.2. Matriz de Datos Índices _ Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas
Anexo 5.3. Matriz de Datos Estandarizados _ Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas
Anexo 5.4. Matriz de Datos Categorizados _ Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas
Anexo 5.5. Matriz de Datos Ponderados _ Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas
Anexo 5.6. Matriz de Datos del Índice Sintético _ Índice de Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas
Anexo 6.1. Matriz de Datos Estandarizados _ Diagnóstico Geoecológico
Anexo 6.2. Matriz de Datos Calificados _ Diagnóstico Geoecológico
Anexo 6.3. Matriz de Datos del Índice Sumario _ Índice Diagnóstico Geoecológico
Anexo 6.4. Matriz de Datos por Categorías _IDG_ Subrango-1
Anexo 6.5. Matriz de Datos por Categorías _IDG_ Subrango_2-1
Anexo 6.6. Matriz de Datos por Categorías _IDG_ Subrango_2-2
Anexo 6.7. Matriz de Datos por Categorías _IDG_ Subrango_2-3
Anexo 6.8. Matriz de Datos por Categorías _IDG_ Subrango_3-1
Anexo 6.9. Matriz de Datos por Categorías _IDG_ Subrango_3-2
Anexo 6.10. Matriz de Datos por Categorías _IDG_ Subrango_3-3
Anexo 6.11. Matriz de Datos por Categorías _IDG_ Subrango_3-4
Anexo 6.12. Matriz de Datos por Categorías _IDG_ Subrango_4-1
Anexo 6.13. Matriz de Datos por Categorías _IDG_ Subrango_4-2
Anexo 6.14. Matriz de Datos por Categorías _IDG_ Subrango_4-3
Anexo 6.15. Matriz de Datos por Categorías _IDG_ Subrango_5-1
Anexo 6.16. Matriz de Datos por Categorías _IDG_ Subrango_5-2

DEDICATORIA

A la mujer más luchadora y valiente que he conocido y que tengo el honor de llamar Madre

Gracias por brindarme tu amor y por querer lo mejor para mí en todo momento

Gracias por darme tu apoyo siempre, por hacerme crecer con tus enseñanzas pero siguiendo mis propios pasos

Gracias porque fuiste capaz de dar todo, sin esperar nada a cambio

Gracia por vivir dedicada a mí, olvidando que eras mujer

Te Amo Mami

Ella fue y es fuerte dentro de mí, Ella es y fue una guerrera por mí, Ella es mi MADRE

Norma Lina Serrano Montes de Oca

AGRADECIMIENTOS

Quizás este sea el momento más complicado en el desarrollo profesional de una persona, principalmente porque se teme hablar demasiado y dejar de mencionar a alguien, en mi caso necesitaría un millón de hojas para nombrarlos a todos por ello; “¡Con mucha sinceridad y cariño quiero extender mi eterno agradecimiento a tantas personas que a lo largo de muchos años, me han acompañado, cobijado e impulsado de una u otra manera, desde mi Cuba hasta México; familiares, hermanas por elección, amigas, profesores, compañeros, jefes, desconocidos y hasta enemigos porque no”!.

Pero no puedo dejar de mencionar a algunos porque eso sería negarme a mí misma. Por supuesto y muy muy especialmente a mi estimado Amigo, Colega (así me hizo sentir) y Tutor el Dr. Manuel Bollo Manent y su familia, quién con mucha sabiduría me llevó de la mano a recorrer la carrera de obstáculos y logros que es iniciarse como Doctorante en el ámbito académico y profesional, y porque junto a su familia me sentí como en casa, entre regaños y consejos culinarios, gracias en verdad, espero poder seguir aprendiendo.

Es imprescindible mencionar a mi pequeña, pero aguerrida familia; mi esposo José F. Salas y mi hija de corazón Sheila Salas, que han estado a mi lado como Dios manda en las buenas y en las malas, han tenido que soportar mis alegrías, mis locuras, y largas horas de trabajo y ansiedad, claro no puede faltar mi querido compañero peludo Ringo, a los tres gracias por su paciencia.

Es importante que retome algunos nombres, de personas entrañables que me acogieron desde el día en que los conocí; Leonor ¡“mi madrina”! y todos los que la acompañan, la Dra. Lilia Susana Padilla y Sotelo, la Dra. María Inés Ortiz Álvarez, el Dr. José R. Hernández Santana, Msc. Patricia Méndez Linares (querida Paty), Elenita, Luzma Santoyo y su familia.

A quienes forman parte de mi sínodo, la Dra. Yadira Méndez Lemus, el Dr. Ernesto Vega Peña, el Dr. José Ramón Hernández Santana, el Dr. Fernando Rosete Verges y el Dr. Manuel Bollo por su disposición y apoyo en la revisión del documento final y por sus observaciones y acertadas correcciones.

Finalizo con la referencia al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento otorgado para la realización del Doctorado. A la UNAM y al CIGA, por darme la oportunidad de realizar un posgrado y formar parte de la máxima casa de estudios del país.

RESUMEN

En las últimas décadas, frente a los diversos procesos de transformación de los paisajes en territorios urbanizados contemporáneos (paisajes culturales), resulta complejo comprender la composición sistémica “estructura-funcionamiento” de la dupla paisaje-actividades antropogénicas. Se requiere abordar nuevas metodologías y formas de evaluación de las ciudades y el territorio, es preciso contar con métodos prácticos que simplifiquen, con un sentido holístico - multivariable y bajo un enfoque integrador, el diagnóstico de las afectaciones y procesos que ocurren en el territorio ante las acciones del hombre, teniendo en cuenta la diferenciación espacial del paisaje antroponatural y cultural.

El presente trabajo tiene como objetivo general Diagnosticar la Situación Ambiental (Geoecológica) de la Zona Metropolitana de Morelia, con el uso del enfoque geoecológico, para ello, se tomaron como unidad base del análisis espacial a las unidades geoecológicas del territorio, en las que se definieron 30 índices e indicadores (conformados por 58 variables en total), resumidos en dos índices sintéticos; Índice de las Condiciones Socio-Habitacionales y el Índice de Degradación de los Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas, mediante los cuales se realizó una caracterización, análisis de la estructura y funcionamiento de los sistemas que integran el paisaje, y las afectaciones que han sufrido en su estabilidad ambiental (Geoecológica) por las acciones antropogénicas.

Con base a la metodología diseñada y aplicada, partiendo del enfoque geoecológico, fue posible distinguir cinco categorías de Estado o Situación Geoecológica en la Zona Metropolitana de Morelia; los resultados indican que el 23 % de la superficie tiene Situación de Transformación Leve, con Situación de Transformación Media se ocupa el 10.3 % de la superficie, en Situación de Transformación Extensiva se presenta el 56.3 %, en Situación de Muy Transformado se encuentran el 5.9 % y en Situación de Transformación Extrema se observa el 4.5 % de la superficie de la ZMM. El Diagnóstico Geoecológico realizado, aporta información relevante sobre la Situación Ambiental del paisaje cultural en la Zona Metropolitana de Morelia y puede ser útil en la implementación de políticas públicas, ordenamientos territoriales y ecológicos como parte de la gestión ambiental del territorio.

INTRODUCCIÓN

La gestión integral de un territorio predominantemente urbano, asume una gran complejidad. Las interrelaciones que se presentan en estos espacios, representan estructuras ricas en conexiones internas y externas, transformaciones no lineales y desconocidas, además de no presentarse estrictamente equilibradas en relación a la función de tiempo y espacio de las variables que los componen. Según Klink (1974), los paisajes urbanos son enriquecidos por el factor humano en el nivel socio, político y económico al actuar sobre el medio físico, transformando el espacio en un producto cultural. El hombre, durante el proceso de ocupación de los territorios se apropia de los recursos naturales con un ritmo extraordinario. En ese proceso, se produce una pérdida de la calidad y productividad de los paisajes existentes, lo que con el tiempo genera la transformación casi por completo del planeta y el surgimiento de las crisis ambientales. En este contexto, toma gran relevancia el diagnóstico o análisis del estado del paisaje cultural y antroponatural como entidad portadora de “dialécticas cambiantes que coinciden sobre el territorio” (Ordoñez, 2010) y que son el resultado de las complejas relaciones de la economía, el espacio geográfico y la cultura.

La aplicación de diversas políticas y estrategias que tienen como objetivo la sustentabilidad ambiental se generaliza a nivel internacional, con mayor énfasis en aquellos espacios sometidos a procesos productivos que degradan los paisajes. La implementación de estas políticas tiene una plataforma estructurada para la gestión ambiental en la planificación y la gestión del paisaje (Wood y Hardley, 2001), las cuales se sustentan en la Geoecología del Paisaje como disciplina de la ciencia geográfica que comprende un conjunto de herramientas teóricas y metodológicas para comprender los procesos de cambios que operan en los paisajes.

En México persisten diversos problemas ambientales a causa de la fuerte presión que el hombre realiza sobre los espacios geográficos, de esta manera, se ve afectado “el aprovechamiento de los bienes y servicios ambientales que ofrecen los geosistemas” (Bocco *et al.*, 2010: 13). De acuerdo a esto, los problemas ambientales se conciben como el resultado de la combinación de acciones que inciden en los procesos que desarticulan la estructura y el funcionamiento de los geoecosistemas, dificultan el cumplimiento de las funciones socio-económicas, y provocan deficiencias generales de sustentabilidad en los grupos sociales (Mateo, 2002).

Sobre la base de lo planteado, se hace evidente que la plataforma principal de todos estos sucesos es el paisaje, visto como una unidad espacial con carácter sintético e integral, resultado de la interacción entre los componentes naturales y socioculturales que en el confluyen (García, 2001). Conceptualmente el término paisaje es desarrollado desde diferentes escuelas geográficas. En nuestra opinión coincidimos con la concepción del paisaje como un conjunto geográfico que engloba una parte del espacio, que se compone a su vez de elementos abióticos, bióticos y antrópicos que se relacionan de forma dialéctica entre sí y es fundamental en el desarrollo de las investigaciones paisajísticas (Bertrand, 1968; Mateo, 1984). A partir de estos fundamentos teóricos, al desarrollar investigaciones geográfico-paisajísticas, es necesario tener en cuenta los aspectos físico-naturales de ese espacio y las apropiaciones socio-cultural que lo modifican de manera dinámica, y se expresan en la estabilidad y degradación de sus paisajes. En este sentido, el análisis espacial se puede abordar desde el enfoque geoecológico, a partir de sus fundamentos teórico-metodológicos.

El uso de las unidades geoecológicas, o geoeosistemas, consiste en la clasificación, delimitación y caracterización de un espacio en unidades sintéticas, lo que facilita el análisis, evaluación y planificación-gestión de las consecuencias del proceso de urbanización en los diferentes ámbitos que interaccionan en un territorio: urbano, periurbano y rural. Es importante que el paisaje tenga un nivel de atención dentro del desarrollo de proyectos de “planificación territorial y urbanística, como elemento importante de la calidad de vida de las personas, de la competitividad y sostenibilidad de los territorios y como parte esencial del patrimonio cultural y natural” (Ordoñez, 2010).

Bajo esta premisa, resulta evidente la necesidad de ampliar el alcance de las unidades del paisaje en la gestión ambiental y urbana del territorio. La presente investigación propone utilizar el enfoque *Geoecológico*, para la evaluación de la Situación Ambiental (Geoecológica) derivada de la urbanización del espacio geográfico, ya que aporta un marco teórico – metodológico que permite comprender la diferenciación ambiental, a través de la delimitación de las unidades de paisajes a diferentes escalas espaciales.

Resulta un método práctico que integra variables físico-geográficas, socio-económicas y antropogénicas, con una visión sistémica y holística. Un primer paso en esta dirección es

realizar un análisis de las unidades espaciales utilizadas en la actualidad por la administración o los tomadores de decisión del territorio y proponer un conjunto de unidades espaciales que representen la diferenciación ambiental existente.

El paisaje geográfico o geosistema se reconoce entonces como;...“un sistema espacio-temporal, complejo y abierto, que se origina y evoluciona justamente en la interfase Naturaleza-Sociedad, en un constante estado de intercambio de energía, materia e información, donde su estructura, funcionamiento, dinámica y evolución reflejan la interacción entre los componentes naturales (abióticos y bióticos), técnico-económicos y socio-culturales”... (Mateo *et al.*, 1994:61). El acervo teórico y práctico en torno a los estudios del paisaje, presenta diversos enfoques y criterios. En particular, nos interesa considerar la interacción Naturaleza-Sociedad como relación transformadora del paisaje, la perspectiva de la influencia del proceso de urbanización en la estabilidad ambiental de estos espacios y su entorno desde un análisis integral de todos los factores que inciden e intervienen en la ocupación del paisaje.

El Diagnóstico Geoecológico de los paisajes posibilita la integración de los conocimientos y percepciones de la diversidad físico-geográfica y socioeconómica desde una perspectiva integral. Cualquier espacio o territorio, independientemente de sus características, como consecuencia de causas internas y externas, naturales o antrópicas, experimenta un proceso continuo de cambios, que se acompañan de modificaciones de sus componentes estructurales y funcionales. El estudio de indicadores o variables es importante para entender, en primer lugar, las diferentes manifestaciones de la degradación o el deterioro, y luego, a partir de sus posibles consecuencias, prever sus tendencias.

La división del territorio en unidades geoecológicas que se originan desde el soporte físico-geográfico o natural, definidas en un momento de tiempo dado por el uso asignado, pueden ser evaluadas por un sistema de indicadores o índices: biofísicos, sociales, económicos y demográficos que permiten llegar a conclusiones sobre su degradación y situación geoecológica.

La dinámica de evolución teórica y metodológica del estudio de los paisajes desde sus comienzos en Europa por las escuelas alemanas y rusas, y la expansión de estos conocimientos a través del mundo, muestra diferentes aplicaciones en diversos países; Japón

(Asia); Estados Unidos, Canadá y México (Norteamérica); Cuba (Centroamérica), y Brasil y Argentina (Sudamérica), entre muchos otros.

ANTECEDENTES

De acuerdo a la dinámica evolución teórica y metodológica que envuelve el estudio del paisaje, desde sus comienzos en Europa, a partir de las escuelas Alemanas y Rusas hasta su expansión a través del mundo; como los casos de Japón, Estados Unidos, México, Cuba y Brasil y Argentina principalmente, señalan que existen distintas disciplinas que buscan el desarrollo de la inclusión del estudio del paisaje, a partir de la introducción de los principios fundamentales de la Geografía, entre los principales aportes en términos de aplicación se encuentra la Geoecología del Paisaje. La implementación del enfoque geocológico tiene antecedentes importantes en los trabajos de planificación regional (Takeuchi, 1983; Salinas, 1991; Acevedo, 1996; Natuhara, 2006; Girvetz *et al.* 2008), en la evaluación de alternativas de uso de la tierra (Prato, 2000; Botequilha y Ahern, 2002; Hawkins y Selman, 2002 y Santana *et al.* 2004), en la planificación ambiental (Mander *et al.* 2005; Opdam *et al.* 2006; Ostaszewska, 2006; Mateo, 2008 y Hernández *et al.*, 2013; Sigarreta y Rodríguez, 2013). En general, estas aplicaciones tienen un denominador común, utilizan las diversas acepciones del paisaje como unidades espaciales de estudio.

A partir del análisis de distintos trabajos y líneas de investigación, podemos destacar que la aplicación del enfoque geocológico está centrado en el conocimiento de las dinámicas de los paisajes naturales y como herramienta que posibilita la elaboración de directrices generales para el ordenamiento del territorio, entre sus principales líneas de desarrollo se encuentran:

- Gestión Ambiental y Ordenación del Territorio
- Evaluación de Impactos Ambientales sobre los geosistemas
- Estudios del paisaje y la Sustentabilidad
- Aplicación de los SIG a los estudios del paisaje
- Manejo de Áreas Protegidas

Cuadro I.1. Relación de algunas aplicaciones del Enfoque Geoecológico.

Informes	Autor	Año	País	Aplicación del Enfoque	Aportes Significativos
Programa de manejo integral de la cuenca del río Santiago – Guadalajara	Bollo <i>et al.</i>	2017	México	Conservación, protección, restauración y aprovechamiento de los recursos naturales	Análisis a partir de unidades del paisaje
Estado ambiental de la Región Bajío, Michoacán en el periodo 1990, 2000, 2010	Vargas, F.	2016	México	Situación Ambiental	Empleo de las unidades físico-geográficas del paisaje como unidades de análisis
La tipología de los paisajes antro-po-naturales como base para el ordenamiento ecológico territorial a diferentes escalas	Espinoza A. y Bollo M.	2015	México	Clasificación de los paisajes antro-po-naturales	Análisis integral del tipo de utilización del suelo en el paisaje entre componentes naturales y antropogénicos
Evaluación del estado ambiental de Michoacán a partir de la tipología físico-geográfica regional	Velasco W.	2014	México	Situación Ambiental del paisaje Michoacano	Obtención de localidades físico-geográficas del territorio como unidades de análisis
Caracterização geoecológica como subsídio para estudos ambientais em Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs): estudos de casos no Paraná	Moresco <i>et al.</i>	2014	Brasil	Caracterización Geoecológica en Reservas Particulares de Patrimonio Natural	Análisis de perfiles geoecológicos para interpretar la dinámica de las áreas de conservación
La Geoecología y el ordenamiento ecológico territorial de la zona petrolera Región V Norte de Chiapas	Bollo <i>et al.</i>	2013	México	Modelo de Ocupación del Territorio	Establece las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) en los paisajes físico-geográficos del territorio
Aplicaciones de la Geoecología del Paisaje en la Planificación Ambiental y Territorial de los Parques Urbanos Brasileños	Barros.	2011	Brasil	Diagnóstico Ambiental del paisaje	Herramienta para la planificación y gestión ambiental del paisaje
Evaluación geoecológica de los paisajes del departamento Minas (provincia de Neuquén), para el	Bertani L.	2011	Argentina	Degradación de los suelos en el paisaje	Establece índices diagnósticos que reflejan la interacción e interdependencia entre los

estudio de la degradación de la tierra					componentes naturales y sociales del paisaje.
Análisis del sistema geocológico para el estudio de la diversidad pedológica de la Sierra de Guadalupe en México central	Flores <i>et al.</i>	2009	México	Interpretación de la distribución espacial y variación morfológica del suelo	Evaluación de riesgos ambientales de los geosistemas y las interacciones e interrelaciones con el medio ambiente
Estudo Integrado da Paisagem nas regiões Norte, Oeste e Centro-Sul do estado do Paraná: Relações entre a estrutura Geocológica e a organização do espaço,	Cesar M.	2009	Brasil	Distribución del espacio geográfico	Evaluación de la estructura geocológica integral del paisaje
Sostenibilidad espacial y ambiental de la provincia de Ciudad de la Habana. Informe de los resultados del proyecto Caesar	Mateo <i>et al.</i>	2008	Cuba	Análisis del espacio y los problemas ambientales en la ciudad	Sustentabilidad en espacios con deterioro ambiental
Análisis geocológico de la subcuenca Seibabo. Santi Spiritus Cuba	Cárdenas O.	2007	Cuba	Estado Ambiental	Establecer relaciones entre el manejo de los recursos naturales y humanos
Análisis de la modificación geocológica como herramienta del ordenamiento territorial en la cuenca Lerma-Chapala	Priego <i>et al.</i>	2005	México	Modificación ecológica de los paisajes físico-geográficos	Delimitación de Áreas Prioritarias para la restauración ecológica y construcción del Índice de Modificación Geocológica
Estudio del paisaje vegetal de una cuenca hidrográfica del río Cuautitlán	García.	1998	México	Evaluación cualitativa de la cobertura vegetal natural	Análisis del paisaje en la dinámica rural-urbana
Landscape Planning Methodology Base of Geocological Land Evaluation	Takeuchi.	1983	Japón	Evaluación del suelo en la planificación del paisaje	Analiza del componente suelo, a partir de unidades geocológicas

Fuente: Elaboración propia.

Sobre estas líneas de investigación y aplicaciones del enfoque geoecológico, en términos metodológicos, cabe precisar que a pesar de que existe un inminente desarrollo del enfoque geoecológico por abordar estudios de paisaje, estos han sido abordados desde una perspectiva, principalmente, físico-natural. Aunque existen algunas aproximaciones que incorporan el medio social, solamente se hace referencia desde una posición teórica, considerando el paisaje natural como; el espacio que abastece de recursos, el cual es necesario ordenar y planificar para reducir conflictos entre el sistema natural y el sistema social.

Sin embargo, según Bertrand, 1968 los paisajes fuertemente antropizados, como las Zonas Urbanas (paisaje cultural), también plantean problemas totalmente originales, es por ello que bajo el enfoque geoecológico, es nuestro interés enfocar este método al análisis del paisaje natural intervenido por la ocupación de la ciudad (paisaje antro-po-natural y cultural) y sus procesos de urbanización, lo cual genera espacios de transición como el periurbano, y considerar los flujos de materia, energía e influencias de la ciudad, como núcleo central hacia el espacio rural, ya que generalmente estos últimos constituyen espacios generadores de alimentos para la propia ciudad que, a su vez, paulatinamente invaden el campo en un proceso de urbanización acelerada.

La presente investigación no estudia procesos o fenómenos locales aislados, o estudios de una determinada problemática social o biofísica, en un espacio específico de la misma, o la interacción del proceso de degradación ambiental entre algunas zonas a manera de comparación. Este trabajo, a diferencia de los estudios previos que se han hecho en la ciudad de Morelia desde un perspectiva geográfica, pretende evaluar la Situación Ambiental de una Zona Metropolitana, mediante un enfoque geoecológico, a partir de los vínculos que se establecen entre la zona urbanizada de la ciudad (paisaje cultural) con su entorno inmediato y exterior, zona periurbana, y las localidades rurales próximas (paisaje antro-po-natural), en relación con la diferenciación de sus condiciones socio - habitacionales y la degradación de los paisajes físico -geográficos que la sustentan.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los modelos tradicionales de las políticas públicas y estrategias de gestión ambiental de acuerdo a Mitchell (2004), no responden de forma eficiente a resolver los problemas, debido

a que no consideran elementos centrales de los sistemas ambientales como; las acciones de la actividad humana sobre el medio ambiente y las culturas que son difíciles de expresar en modelos causa-efecto, debido a infinitas variables y relaciones que se dan entre los diferentes elementos que conforman los sistemas complejos urbanos. Además de ello, se dificulta tomar decisiones sin tener información o comprensión integral del funcionamiento del sistema. El nivel de conocimiento de los sistemas biofísicos, de las sociedades humanas, o de las interacciones entre los sistemas naturales y sociales (geoecosistema) es a menudo incompleto y complejo.

Los instrumentos políticos y administrativos para la gestión ambiental urbana de las áreas metropolitanas en la práctica presentan potencialidades y desafíos que conllevan a una insuficiente implementación en la generalidad de los casos. Ello se debe presumiblemente a diferentes problemáticas como por ejemplo; el hecho de que en una zona urbana con presencia de asentamientos irregulares de la periferia ubicados en áreas de fronteras con otros municipios, van a existir conflictos en el momento de la aplicación de políticas públicas ya que es difícil determinar bajo qué organismo administrativo se van a gobernar, siendo esta condición un elemento esencial para proporcionar servicios básicos y gestionar su desarrollo integral (Davey, 1993). Sobre este ejemplo, se evidencia que en las Zonas Metropolitanas no se han logrado buenos resultados, en tanto proliferan diversas problemáticas; proliferación de asentamientos irregulares, falta de capacidad técnica y administrativa para hacer frente a los fenómenos urbanos, complejidad en los trámites para la inducción del desarrollo urbano formal, crecimiento de la ciudad hacia zonas no aptas, disminución de las zonas de preservación ecológica, sistema vial discontinuo y complejo y freno al desarrollo económico local, que abarcan tanto a la ciudad como a la periferia que comparte con los municipios que conforman estos territorios.

Desde otra perspectiva, si consideramos el espacio como un territorio; unidad espacial socialmente moldeada y vinculada a escalas de poder (Raffestin, 1980; Delaney, 2005), se debe analizar la fragmentación de tipo funcional y geográfica; esta se debe a la problemática que surge en las áreas de expansión urbana en donde existen zonas: que política y administrativamente responden a un gobierno, pero desde el punto de vista geográfico se encuentran en las fronteras o próximas a otras zonas con diferente organismo de poder, esto puede constituirse en una limitante importante para la implementación de políticas de

protección medioambiental ya que dificulta implementar planes, programas o proyectos en un contexto donde las políticas están delineadas en un ámbito urbano que no reconoce la diferenciación de los espacios y sus problemáticas específicas, tales como de la periferia y la zona rural.

En las últimas décadas, frente a los diversos procesos de transformación que suceden en los territorios contemporáneos, nos enfrentamos a la necesidad de abordar nuevas metodologías y formas de gestión ambiental de las ciudades y el territorio, que tengan en cuenta las particularidades de cada lugar. Dentro de ello es importante considerar a los geosistemas, como la representación esencial de los sistemas ambientales, y como la base para relacionar y articular las diversas unidades que integran los paisajes antroponaturales y culturales sobre el que se asientan estas Zonas Metropolitanas.

La necesidad de integrar los enfoques geográficos y sociales en el estudio de los paisajes antroponaturales y culturales ha resultado en la formación de la Geoecología de los Paisajes, como disciplina integradora (Mateo, 2002). Sin embargo, en general se nota la necesidad de disponer de estudios de casos concretos que permitan enriquecer la relación entre la teoría geoecológica y la planificación y gestión ambiental basada en las manifestaciones del paisaje intervenido en el marco de las Zonas Metropolitanas.

Hasta ahora se cuenta con numerosas teorías para el estudio del paisaje, en cuanto a su análisis y caracterización, no obstante resulta complejo comprender la composición sistémica “estructura-funcionamiento” de la dupla paisaje-actividades antropogénicas, por lo que se hace necesario contar con una metodología práctica que simplifique, en un sentido holístico y multivariable, bajo un enfoque integrador que muestre un diagnóstico de las diferentes condiciones, afectaciones y procesos que se desarrollan en el territorio y que trascienda a las divisiones políticas-administrativas, a partir de la diferenciación espacial del paisaje. Para ello, se propone la utilización del enfoque geoecológico como instrumento integral, que proporcione elementos para situarnos en qué nivel de deterioro ambiental se encuentra el paisaje cultural bajo una perspectiva sistémica. Por todo ello enunciamos el siguiente

PROBLEMA:

A diferencia de los paisajes naturales, que pueden tener procesos espontáneos y alcanzar su equilibrio, las zonas urbanas (paisaje cultural) y periurbanas (paisaje antroponatural) presentan diferentes problemáticas y niveles de degradación ambiental lo que afecta la

calidad de vida de sus habitantes. Por lo que para establecer el estado o situación ambiental en la complejidad de los espacios urbanizados y en proceso de urbanización y así contribuir a la gestión y el manejo de Zonas Metropolitanas, se requiere del análisis multivariable, que permita la integración del geoecosistema y el sistema socio-económico.

La presente investigación es de tipo descriptiva, aplicada y metodológica. Es descriptiva dado los objetivos planteados ya que se requiere de la interpretación, clasificación, descripción y caracterización del espacio geográfico observado. Es aplicada porque el marco teórico-metodológico propuesto permitirá obtener resultados utilitarios que se pueden implementar en el territorio de forma práctica. Es metodológica ya que como se expuso anteriormente, la Geoecología del Paisaje es un enfoque que no se ha utilizado para la comprensión de Zonas Metropolitanas, por lo que pretende contribuir también con un procedimiento metodológico que se podría generalizar a otras áreas metropolitanas.

A partir de este argumento se plantearon preguntas que deben ser resueltas en el desarrollo de la investigación:

- ¿Cuál es la Situación Geoecológica en una Zona Metropolitana?
- ¿Cuáles unidades geoecológicas mantienen Condiciones Socio-Habitacionales Favorables y qué unidades muestran Condiciones Desfavorables?
- ¿Qué áreas presentan Degradación de los Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas y cuáles se mantienen en equilibrio geoecológico?
- ¿Qué unidades mantienen una Situación Geoecológica de Transformación Leve, y cuáles se encuentran en una Situación Geoecológica de Transformación Extrema Crítica?
- ¿Es posible que el enfoque geoecológico pueda aportar una herramienta integral y multivariable para establecer las relaciones entre el geoecosistema y el sistema socio-económico en un contexto metropolitano?

OBJETIVO GENERAL

Diagnosticar la Situación Ambiental (Geoecológica) de una Zona Metropolitana, mediante el uso de herramientas de análisis integral y métodos multivariados de análisis espacial y estadístico, como parte del enfoque geoecológico.

OBJETIVOS PARTICULARES

- **Diferenciar las unidades del Paisaje Físico - Geográfico en un Zona Metropolitana (ZM)**
- **Identificar y caracterizar las unidades geocológicas del territorio, como base espacial para el análisis en una ZM**
- **Diseñar una propuesta metodológica para el análisis de la Situación Geocológica del paisaje en ZM**
- **Realizar el Diagnóstico Geocológico de la ZM a partir de indicadores de las Condiciones Socio-Económicas y la Degradación de los Paisajes Físico - Geográficos y sus Componentes Naturales**

Por todo ello, la **Hipótesis de trabajo** de la presente tesis sostiene que:

Si se genera una herramienta metodológica sobre la base de fundamentos teóricos, integrados bajo un enfoque geocológico, con base en la comprensión de la relación estructura-funcionamiento del geosistema, se podrá elaborar un análisis que permita identificar el nivel de la degradación geocológica de los paisajes culturales y antroponaturales, lo cual posibilitará determinar la Situación Geocológica en la espacios urbanizados y en proceso de urbanización.

NOVEDAD CIENTÍFICA, ACTUALIDAD Y JUSTIFICACIÓN

La articulación de las complejidades espaciales, sociales y económicas de una Zona Metropolitana está relacionada al estudio conjunto e integrado de los paisajes antroponaturales que la sustentan y el ambiente urbanizado o sistema socio-económico que lo caracteriza. Se pretende, entonces, conseguir un nexo entre los diferentes contextos al interior de un territorio: zona urbana, periurbana y rural. Para ello, la presente tesis propone por primera vez la aplicación del enfoque geocológico para el análisis ambiental de una Zona Metropolitana bajo una visión holística e integradora.

La Geocología del Paisaje en este trabajo incluye, de manera conjunta la contextualización de la relación Naturaleza –Sociedad, con ello se busca analizar una realidad que no está

fragmentada o dividida, sino que conforman un único espacio socio-natural bajo un novedoso esquema espacial basado en unidades geoecológicas del territorio.

Resulta innovador aplicar, por primera vez en México, el análisis de la Situación Geoecológica a una Zona Metropolitana, mediante diferentes variables socio-económicas, físico-naturales y antropogénicas, a partir de unidades geoecológicas como unidades espaciales de evaluación. Lo anterior debido a que comúnmente los estudios ambientales, sociales o de orientación urbanística, utilizan las áreas geoestadísticas básicas (AGEBS) que ha establecido el INEGI con fines administrativos y políticos.

Por otra parte, la presente tesis contribuye a que la Geoecología del Paisaje y sus métodos puedan establecer un sistema general de distinción, caracterización y cartografía de los paisajes culturales como unidades geoecológicas, profundizar en la aplicación de métodos de análisis sistémico de las propiedades y atributos de los paisajes antropogénicos y establecer criterios sólidos y coherentes basados en el enfoque geoecológico, que sean aplicables en la Gestión Territorial. Además, con esta contribución se pretende no sólo hacer aporte al conocimiento científico, sino generar una herramienta que trascienda a los ámbitos de ciencia aplicada como son la planificación territorial, los proyectos y programas de desarrollo urbano y la gestión de los organismos que ejercen las políticas públicas.

De lo que se trata, por lo tanto, es de incidir directamente en los tomadores de decisiones en tres sentidos fundamentales: proporcionando informaciones precisas, claras y coherentes que les permita tener una idea precisa, acerca de lo que está aconteciendo en los territorios urbanos y en proceso de urbanización, estableciendo las formas objetivas y lo más reales posibles de identificar, medir y parametrizar la situación ambiental, para, a partir de ello, puedan diseñar formas de planificación y gestión, que puedan ser objetivadas en dependencia del estilo de desarrollo, es decir la visión político-ideológica que se pretenda materializar y sugiriendo la manera en que deberá gestionarse el territorio, incorporando en esa visión una dimensión espacial y ambiental articulada integralmente.

Alcance de la Investigación

Sobre la base del enfoque sistémico con que se pretende realizar este estudio, y el esquema metodológico propuesto para la realización del presente documento de tesis, se considera:

- Que la presente investigación tiene un límite espacial que comprende la Zona Metropolitana de Morelia (en lo adelante ZMM), por ser un territorio funcional y de complejidad socio-económico, que responde a diferentes organismos públicos y políticos y problemáticas ambientales.
- Por su parte la investigación se circunscribe en un marco temporal complejo, debido a que inicialmente la evaluación se realiza con los datos del Censo de Población y Vivienda del 2010 del INEGI, ya que es la información oficial en el país de variables socio-económicas y demográficas. Adicionalmente, se complementa el análisis con otras informaciones de carácter geográfico y vectorial más actualizado para el año 2013 y 2014, que son obtenidas del INEGI y por elaboración propia.
- En el aspecto metodológico, el presente trabajo se apoya en los procedimientos del diagnóstico; inventario, descripción, caracterización y diferenciación ambiental de la ZMM. Los resultados obtenidos de este trabajo pueden contribuir al soporte o base para la elaboración de instrumentos de planeación que se ajusten al cumplimiento de políticas públicas en materia de ordenamiento territorial y planificación ambiental.

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

La metodología utilizada combina procedimientos desde la concepción teórica metodológica de la Geoecología del Paisaje y los métodos de la Geotecnología aplicados al paisaje. El empleo de los SIG en la delimitación de los Paisajes Físico-Geográficos comienza con la propia selección de la plataforma a utilizar, la escala o escalas de trabajo y la delimitación del área de estudio, lo que permite confeccionar una base cartográfica única con los atributos básicos necesarios para superponer en ellos la información analógica o digital de los componentes naturales existente en anuarios, mapas temáticos, etc. El análisis y la generación de nuevos productos en el SIG a partir de la información existente, como por ejemplo, un Modelo Digital de Elevación obtenido a partir de las curvas de nivel, permite posteriormente realizar el modelo sombreado del terreno, el cual, sumado al análisis de la información temática, topográfica, vectorial y de la imagen espacial, posibilita la confección del mapa de unidades geoecológicas del territorio y su posterior evaluación geoecológica.

La escala de trabajo y la de representación cartográfica (legibilidad del mapa final) abarca el nivel local de estudio de los paisajes, 1: 100 000 o mayor, y los límites entre las unidades y la estructura de la leyenda final, se identifican con la taxonomía de las unidades de paisajes para el primer y segundo nivel jerárquico. En el procesamiento automatizado y edición cartográfica se emplea el SIG *ArcGis* versión 10.2. El procesamiento estadístico se llevará a cabo mediante el software SPSS. 23. Por su parte, los Sistemas de Información Geográfica agilizan el manejo, interpretación e integración de la voluminosa cantidad de información que se genera. El uso general de estas herramientas, facilita interpretar los resultados de forma funcional, operativa y esquematizada, por lo que el método puede ser aplicado en cualquier espacio geográfico.

ÁREA DE ESTUDIO

Toda investigación de base territorial exige una previa delimitación geográfica de su área de estudio. Este proceso resulta muy fácil cuando el objeto a estudiar coincide con un territorio de límites definidos y reconocibles, cuyo mejor paradigma es el sistema de organización administrativa. Las divisiones político-administrativas en ocasiones son arbitrarias o inconsistentes con la realidad geográfica, sin embargo constituyen un marco de referencia oficial para el análisis de determinadas variables geográficas. El problema se presenta cuando se estudian realidades territoriales que por lo general se caracterizan por analizar más allá de estos límites. Entre estos ejemplos se encuentran los estudios del fenómeno metropolitano. Las Zonas Metropolitanas, por su propia esencia, responden a límites municipales y en algunos casos superan los límites de carácter regional.

Toda delimitación geográfica en un espacio constituye, en mayor o menor medida, una decisión relativa, ya que aunque esté basada en un método riguroso y justificado, un perímetro es en todo caso una línea artificial, una interrupción de la continuidad con la que se desarrollan las actividades en un territorio. En la cuestión urbanística hay que tener en cuenta la complejidad de establecer límites precisos y estables entre lo rural y lo urbano, o del paso de un área urbana a otras formas superiores de aglomeración, como las áreas metropolitanas o las regiones urbanas, por ello, hay que definir criterios para caracterizar esas realidades territoriales. El presente análisis parte de cuatro criterios o niveles jerárquicos

básicos para delimitar el área de estudio de la investigación en la ciudad de Morelia y la zona de influencia con los asentamientos de su entorno.

El primero de ellos se basa en la definición de la ciudad como punto central. La ciudad de Morelia ocupa el 2.04 % de la superficie del estado, se ubica entre los paralelos 19°27'06'' y 19°50'12'' de latitud norte, los meridianos 101°01'43'' y 101°30'32'' de longitud oeste; altitud entre 1500 y 3000 m. Se localiza en el municipio de Morelia que colinda con 14 municipios: al norte con Tarímbaro, Copándaro de Galeana, Chucándiro y Huaniqueo; al sur, con Acuitzio del Canje, Villa Madero y Tzitzio; al oriente, con Charo y al poniente con Coeneo, Tzintzuntzan, Lagunillas, Huiramba y Pátzcuaro. Tiene una extensión de 1,199 km². Cuenta con 207 localidades registradas en el prontuario geográfico del municipio con datos del 2009, de ellas algunas destacan por ser consideradas como localidades urbanas por su número de habitantes. Al noroeste de la ciudad encontramos, la localidad de La Aldea con 6162 habitantes; al sur, Morelos, antes Tenencia de Morelos, con 13565 habitantes que es la localidad más poblada después de la cabecera municipal; al oeste de la cabecera se ubica Capula con 5086 y al sureste la localidad de Jesús del Monte con 2142 pobladores. La ciudad de Morelia ha estructurado una relación urbano-rural con los municipios que la rodean y al interior del propio municipio con las localidades cercanas a la ciudad. Los bienes y servicios que otorga Morelia a los municipios y localidades (que han sido invadidas por el proceso de urbanización) propios de la interrelación o influencia que ejerce sobre ellos, son principalmente: a) Bienes: alimentos para consumo humano procesados y en fresco, alimentos procesados para consumo animal, medicamentos, bienes de consumo duradero y semiduradero, insumos para la producción y bienes de capital; b) Servicios: educativos, administrativos, de salud, bancarios, de esparcimiento, técnicos y diversos servicios profesionales. Pero hay que resaltar que esta relación no es unidireccional pues los municipios y localidades (incluidas las que todavía conservan la condición de rurales), que conforman el área de influencia, a su vez proporcionan a la ciudad alimentos frescos para consumo humano y animal principalmente (García y Carrillo, 2006). La ciudad de Morelia de acuerdo al INEGI (2010), es considerada una ciudad media, que al igual que otros centros urbanos de México manifiesta un crecimiento poblacional importante. Ello provocó la expansión de la ciudad en un tiempo relativamente corto (Hernández y Vieyra, 2010), pero durante el proceso de urbanización la distribución del crecimiento de la ciudad ha sido

desordenado y desigual y no está equilibrado con el aumento de la población precisamente. Según López *et al.*, 2014, a partir del año 2000, el proceso de crecimiento de la ciudad de Morelia comienza a rebasar los límites territoriales, se ocupan hacia el norte tierras del municipio de Tarímbaro, y se origina un espacio de conurbación entre estos dos municipios. De esta manera, los autores describen que ha ocurrido un crecimiento de los asentamientos de tipo fraccionamientos de interés social, sobre tierras de calidad muy aptas para la agricultura.

El segundo criterio se relaciona con la creación de Zonas Metropolitanas de la que forma parte la ciudad de Morelia, la cual se encuentra insertada en la “Zona Metropolitana de Morelia # 25” (ZM25), declarada y actualizada por el INEGI para el 2010. Esta zona está compuesta por tres municipios; Morelia, Tarímbaro y de reciente incorporación Charo, de ellos, son considerados: municipio central, Morelia, municipio exterior, definido con base en criterios de planeación y política urbana, Tarímbaro, y Charo, que es insertado como municipio exterior, pero definido con base en criterios estadísticos y geográficos (INEGI, 2010).

El tercer criterio es de naturaleza político-administrativa, considera la actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia 2010 (PDUCPM). El área de aplicación corresponde al espacio territorial donde se analizará la situación geoecológica que presenta el área urbana de la ciudad de Morelia y algunas localidades urbanas de su entorno. Para los fines del Programa, su delimitación se realizó a partir de la petición del Consejo Estatal de Ecología de dejar una mayor superficie de las áreas sujetas a protección para que sean regidas por el Ordenamiento Ecológico Territorial del municipio de Morelia que ya fue realizado por especialistas de la UNAM. Según el “Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Morelia 2010”, la ciudad de Morelia, no está exenta de problemas ambientales como el cambio en las condiciones climáticas, áreas verdes devastadas, contaminación del aire y del agua, y el uso caótico del suelo. La ciudad de Morelia, como muchas de las ciudades medias de la República Mexicana, presenta una singular problemática en materia de desarrollo urbano. Desde 1983, la ciudad ha contado con Programas de Desarrollo Urbano (PDU) que se han actualizado y/o modificado constantemente durante los años 1987, 1991, 1999, 2004 y el 2010. Sin embargo, a pesar de la existencia de un marco de planeación consolidado, los instrumentos de planeación urbano-

ambiental con los que cuenta la ciudad, no han podido frenar la agudización de problemáticas tales como: proliferación de asentamientos irregulares, falta de capacidad técnica y administrativa para hacer frente a los fenómenos urbanos, complejidad en los trámites para la inducción del desarrollo urbano formal, crecimiento de la ciudad hacia zonas no aptas, disminución de las zonas de preservación ecológica, sistema vial discontinuo y complejo y freno al desarrollo económico local (INDUM, 2010). El cuarto y último criterio considera la articulación del espacio económico y social en función de lo establecido para definir y delimitar espacialmente las zonas urbanas y rurales. Según datos del INEGI las categorías se definen como: zonas urbanas, rurales y periurbanas.

A partir de estos criterios y con vistas a delimitar espacialmente el ámbito de aplicación de nuestro estudio, se establece la Zona Metropolitana de Morelia. El polígono que define nuestra área de estudio enmarca localidades en el ámbito urbano, periurbano y rural. Es nuestra intención hacer el estudio del territorio por medio del análisis de la interacción que tienen estos tres contextos con la ciudad de Morelia que es el eje central del estudio dentro de la Zona Metropolitana que la conforma.

ESTRUCTURA DE LA TESIS

La presente tesis se estructura en 5 capítulos. El capítulo uno, se enfoca al marco teórico de referencia donde se exponen brevemente las particularidades de la Geoeología del Paisaje y los principales enfoques para el análisis de la Situación Geoeológica de la Zona Metropolitana de Morelia. En el capítulo dos se profundiza en la metodología a emplear para el Diagnóstico de la Situación Geoeológica, utilizando los postulados y principios de la Geoeología del Paisaje. El capítulo tres presenta la evaluación de cada indicador e índice seleccionados para el análisis de las Condiciones Socio-Habitacionales de la Zona Metropolitana. El capítulo cuatro expone la valoración de los indicadores e índices aplicados para el estudio del nivel de Degradación Geoeológica del paisaje y Modificaciones Antropogénicas. Finalmente, en el capítulo cinco, se analiza el Diagnóstico Geoeológico de la Zona Metropolitana de Morelia con base a la estructura funcional del paisaje y los elementos de la sociedad, se describen las principales conclusiones de la tesis, así como las perspectivas a seguir y algunas recomendaciones.

CAPÍTULO I. APROXIMACIONES TEÓRICAS Y CONCEPTUALES DE LA GEOECOLOGÍA DEL PAISAJE.

En este primer capítulo se hace un breve repaso del devenir histórico y el desarrollo científico de la Geografía del Paisaje, la Geoecología y la Geografía Ambiental, desde la Geografía Crítica. En segundo lugar se exponen algunas bases teóricas generales, desde la perspectiva social, de los procesos de urbanización y su diferenciación en el espacio geográfico (paisaje antroponatural y cultural). Además, se exponen las influencias de la Geotecnología en el desarrollo metodológico de esta propuesta. En general se hacen planteamientos críticos para establecer los postulados que se tendrán en cuenta en esta tesis de investigación.

I.1 GEOGRAFÍA Y PAISAJE

I.1.1. La Geografía desde diferentes corrientes epistemológicas

El desarrollo de la Geografía ha estado influenciado por el avance constante de otras disciplinas, los adelantos tecnológicos y la realidad social. En el umbral del siglo XXI, los conocimientos geográficos se aplican en diferentes campos, además son fundamentales para comprender el mundo que nos rodea y resolver problemas espaciales concretos. La concepción del objeto de estudio de la Geografía se divide en grandes etapas caracterizadas por la forma de hacer las investigaciones y los estudios geográficos; y generalmente han separado las relaciones existentes entre la Sociedad y la Naturaleza en un espacio geográfico dado. Esto dio paso a definir dos direcciones principales en la Geografía: lo humano y lo físico.

Aspectos generales del pensamiento Geográfico

A lo largo de la historia de esta disciplina se han destacado científicos que, con sus aportaciones han establecido las bases del quehacer geográfico de acuerdo al momento histórico que vivieron, con ello se fue construyendo el campo de estudio de la Geografía, diverso y complejo, pero ligado a las actividades cotidianas del hombre. Esta disciplina tuvo sus inicios en la cultura griega, desde el siglo VI a.c., en una etapa descriptiva en la cual se hacía referencia al reconocimiento del entorno y la recopilación de lo observado.

En las diversas escuelas geográficas occidentales y algunas escuelas geográficas europeas, se trata de explicar la relación hombre-medio y con ello dieron paso al determinismo geográfico, este concibe que los factores ambientales determinen las actividades humanas. Paralelo a esta concepción surgen el positivismo y el evolucionismo en la segunda mitad del siglo XIX, donde la Geografía como ciencia adquiere un carácter más riguroso, bajo la premisa de la búsqueda de leyes universales, que sirvan de soporte a la relación dinámica entre el medio natural y el social (Capel y Urteaga, 1991).

En la segunda mitad del siglo XX, se abordó el campo de estudio de la Geografía a partir de tres corrientes que pretenden romper la dicotomía de la geografía, es decir el esquema de la Geografía Física y la Geografía Social y Económica como ciencias geográficas independientes; La Geografía Cuantitativa, la Geografía de la Percepción y la Geografía Radical. Cada corriente desarrolló enfoques científicos y metodológicos.

La Geografía Cuantitativa trató de describir y explicar las relaciones que existen entre el medio físico y el social, de explicar los procesos y la dinámica del espacio geográfico y para ello comenzaron a utilizar métodos estadísticos y herramientas de cómputo, que le posibilitaran mayor facilidad en el uso de grandes bases de datos, modelos matemáticos y otras importantes herramientas como las Tecnologías de la Información Geográfica. En este momento, y con el surgimiento de la Teoría General de Sistemas durante los años setenta, se consideró a la Geografía apropiada de un nuevo orden científico debido a que el método se apoya en conceptos bien definidos que explican la relación de elementos en un sistema.

Cabe mencionar que en la geografía occidental en las últimas década del siglo XX y hasta la fecha, se desarrollaron tres enfoques de estudio en la geografía (Buzai, 2004) la Ecología del Paisaje o más conocida como Geoecología del Paisaje; como ciencia geográfica y no en su vertiente como ciencia biológica, que integra aportes de la corriente regional, radical, humanista y cuantitativa, y combina aspectos físicos y socioculturales, la Geografía Postmoderna; que se basa en la automatización sobre la base de las Geotecnologías y que pretende tener una visión espacial de los estudios sociales y la propia Geotecnología que utiliza como medios principales la cibernética y la informática para tener una nueva visión del espacio geográfico. De acuerdo a ello, estas tres concepciones del espacio geográfico

conforman las bases para el tratamiento y análisis de una Zona Metropolitana en la presente investigación.

La Geografía y el paradigma ambiental

La Geografía, como ciencia general desde su largo proceso evolutivo, ha desarrollado una amplia diversidad de líneas de pensamiento. A grandes rasgos, estas han sido influenciadas por condiciones histórico-culturales específicas, y responden a visiones ideológico-filosóficas particulares. Cada una de las corrientes visualiza lo ambiental desde una perspectiva interna, prioriza determinadas bases comunes de la geografía y a la vez genera sus propias categorías. Por ello, la geografía ha estado vinculada de forma estrecha con la noción de ambiente o con su dimensión territorial (Bocco y Urquijo, 2013). Resulta conveniente tener en cuenta la relación geografía y ambiente, establecer los postulados teóricos y funcionales, para remarcar sus intereses y fronteras conceptuales frente a otras disciplinas, y con ello posibilitar la interacción y el acercamiento con otros campos enfocados en las problemáticas ambientales. La concepción ambiental fue configurándose como una problemática en la que predominaba la integración entre los elementos Naturaleza y Sociedad. Por lo que las principales características del paradigma ambiental es que el mismo es holístico, sistémico, integrativo y complejo.

Para la construcción del *paradigma ambiental*, con un apropiado grado de sistematización que le incorpore un grado de legitimidad científica suficiente, se deben tener en cuenta algunos importantes problemas epistemológicos, entre los que se destacan: 1) El aceptar o no al medio ambiente en calidad de objeto, tiene que ver con la definición del medio ambiente como objeto único del conocimiento, o como la interrelación de diferentes objetos, o niveles de objetos, o considerarlo como una correlación o expresión relacional de datos, expresiones o cualidades de otros objetos. 2) La sistematización de las categorías espaciales, temporales y los atributos de los fenómenos a analizar, mediante la elaboración de un adecuado aparato conceptual, y la consolidación de métodos concretos de investigación. 3) La forma en que se estructuran las disciplinas que se dedican a estudiar al medio ambiente; o se habla de la ambientalización de cada una de las disciplinas, por medio de la reestructuración conceptual metodológica y terminológica de cada una de ellas, o se acepta la idea de crear una ciencia

ambiental cuyo objeto de estudio sea el medio ambiente, o de ciencias ambientales, formada por una familia de ciencias cuyo objeto sea el medio ambiente (Mateo, 2013).

De acuerdo a Mateo (2013) en las investigaciones ambientales en Geografía, durante el análisis ambiental, hay que tener en cuenta la formulación teórica y la aplicación de 4 categorías científicas. Dichas categorías han estado interpretadas de diferentes maneras, pero el propio debate y la evolución del pensamiento han conducido a una reconceptualización de esas nociones. La visión de la Geografía sobre esas categorías científico-generales es la siguiente; estas categorías científicas son utilizadas por la Geoecología y constituyen la base teórico conceptual de nuestro trabajo de investigación:

1) Tratamiento de la *categoría espacio*: Son diversas las definiciones, retomamos la de Milton Santos, (1996) en nuestra investigación; es "el conjunto indisociable, solidario y contradictorio de sistemas de objetos y sistemas de acciones"; se consideran así las formas en que se representan las relaciones Naturaleza-Sociedad. Esta visión de espacio es muy semejante al concepto de sistema socio-ambiental, de las Ciencias Ambientales.

2) El *concepto de Paisaje*: ha experimentado también una larga y complicada evolución. Se han desarrollado diversas visiones. La Ciencia de los Paisajes (Geografía del Paisaje, Geoecología), considera al paisaje, como un geosistema (Sochava, 1972), es decir, como una categoría particular de sistema ambiental, formado por la interacción de componentes y elementos naturales y antropogénicos.

3) El *concepto de región*: ha pasado también por un largo proceso evolutivo, que ha incluido sus visiones como espacio abstracto, como región económica, como región productiva, como región integral, como región histórica y como región espacial. Actualmente se considera a la regionalización como una categoría particular de sistematización de los sistemas espaciales o territoriales, en los que se pretende fijar la atención a la distinción de los individuos que se manifiestan en el espacio, a la búsqueda de singularidades. Se enfatiza además en la relación entre la tipología y la regionalización. Se habla además, de una jerarquía de regionalizaciones, en dependencia del sistema analizado; natural, social, económico, ecólogo-económico. La regionalización se considera además como una herramienta fundamental en el proceso de planificación, tanto en la visión del Desarrollo Regional (la

región como objeto de intervención), y en el enfoque regional del Desarrollo (la región como sujeto concebida como un ámbito de posibilidades) (Mateo y Bollo, 2016).

4) El *concepto de medio o ambiente*: en los últimos años, se observa la tendencia de aproximar la noción de medio ambiente a la de espacio, con el propósito expreso de superar la dicotomía entre la Naturaleza y la Sociedad, y articular la cuestión ambiental a la creación de espacios. Se trata además de buscar la aproximación conceptual y metodológica de todos los enfoques desarrollados por la Geografía; se considera a sus objetos como sistemas ambientales, espacio-temporales y territoriales que se forman en la superficie terrestre en el proceso de la interacción Naturaleza-Sociedad (Galochet, 2008).

De acuerdo a lo anterior, el aporte fundamental que puede hacer la Geografía a la construcción del paradigma ambiental es su larga tradición en el estudio de los propios sistemas ambientales espaciales. La Geografía entra así dentro del paradigma ambiental, en el análisis de la relación medio natural - sociedad, en su dimensión espacio-temporal, desde una perspectiva sistémica, holística, integrativa, dinámica, y en la complejidad desde diferentes niveles de la materialidad y la organización ambiental. En la actualidad, en la disciplina geográfica hay numerosos intentos de unificar criterios e intentar mantener en las investigaciones el carácter holístico de la Geografía, con exponentes que defienden que los enfoques naturalista, funcional y cultural en el paisaje, son más complementarios que contradictorios, por lo que relacionarlos permite comprender de qué forma las actividades sociales se manifiestan en el espacio geográfico (Claval, 2002).

El enfoque del paisaje desde la Geografía en la Europa Oriental

Durante la primera mitad del siglo XX, el geógrafo Dokucháiev de conjunto con otros seguidores, desarrollaron las ideas de integración geográfica. Se plantea el carácter general de la distribución de fenómenos geográficos sobre la superficie terrestre que denominaron como Geografía General y una Geografía en sentido restringido, que explica las particularidades regionales de la superficie terrestre y la influencia del hombre sobre el medio, esto último sentó las bases de las ideas sobre la interacción Naturaleza-Sociedad, (Diakonov y Mamai, 2008). Esta corriente estuvo presente hasta los años sesenta, con una visión objetiva, que concibe al paisaje como un complejo territorial natural, con una relativa

homogeneidad interna, con repetitividad espacial, es decir discontinua en el espacio. Surge con ello la clasificación tipológica o enfoque tipológico de los paisajes, que posteriormente se aplicó en la cartografía de los paisajes a nivel regional y local (Espinoza y Bollo, 2015).

Ya para finales de los años 60 y principios de los 70, el investigador soviético Sochava enmarca al paisaje dentro de una visión sistémica, surgiendo el término *geosistema* como modelo teórico que posibilite integrar a los estudios de paisaje el fundamento holístico de la Teoría General de Sistemas. Esto permitió comprender al paisaje y todo el desarrollo teórico-metodológico acumulado por casi un siglo de estudios, desde una visión sistémica (según Diakonov y Mamai, 2008). Así mismo, en las décadas siguientes se confirma la aparición de una tendencia en los estudios regionales llevada a cabo por los geógrafos Gvozdietskiy (1988), Nikolaiev (2000), entre otros, que iniciaron la aplicación de la teoría de los geosistemas naturales y antropogénicos en la dimensión regional.

En los últimos 30 años del pasado siglo XX, la geografía de Rusia y Europa Oriental, con un carácter progresivo, desarrollan el *enfoque ecólogo-paisajístico o geoecológico del paisaje antro-po-natural o cultural*, siendo la humanización del paisaje uno de los aspectos más importantes de esta concepción. En sentido general, esta Geografía, proveniente de la *Geografía Física*, inicialmente desarrolló una visión más amplia que incluye los componentes y procesos bióticos junto a los abióticos (relación objeto-objeto) y da origen a la *Geografía del Paisaje*, más tarde, incorpora la concepción del paisaje antro-po-natural, el estudio de las modificaciones antropogénicas de los paisajes físico-geográficos de la Geografía del Paisaje, para dar paso a la *Geoecología del Paisaje* como ciencia geográfica, ahora con un contenido más social, que incluye la relación Naturaleza-Sociedad como parte esencial de las relaciones que estudia (objeto-sujeto) (Mateo, 2013).

En las últimas décadas el abordaje geográfico del paisaje es objeto de estudio a partir de diferentes enfoques, lo que implica que existan de manera paralela, una diversidad de significados; sistema territorial, naturaleza, medio geográfico, ambiente, etc. A pesar de ello siempre se hace referencia a una manifestación externa; indicadores o procesos que corresponden al ámbito natural y humano. En nuestra investigación se concibe al paisaje, como una categoría científica general de carácter transdisciplinario, definida como:...“un sistema espacio-temporal, complejo y abierto, que se origina y evoluciona en la interfase

Naturaleza-Sociedad, en un constante estado de intercambio de energía, materia e información, donde su estructura, funcionamiento, dinámica y evolución reflejan la interacción entre los componentes naturales (abióticos y bióticos), técnico-económicos y socio-culturales"... (Mateo *et al.*, 1994: 61).

A partir de la definición anterior, la perspectiva del análisis se centra en el todo, desde una visión básicamente espacial con carácter integral, bajo una concepción dialéctico-sistémica. Así, se hace evidente que un estudio integrador y holístico del paisaje, exige de vincular en un espacio físico y un territorio específico a las diversas categorías de paisaje. Sobre esta base, las evaluaciones que se realizan permiten un análisis sintético e integral del espacio a partir de la caracterización de sus componentes (estructura vertical), y el resultado espacial de las relaciones entre éstos (estructura horizontal) (Carbajal *et al.*, 2010).

De acuerdo a Salinas *et al.* (1999: 10),...“la concepción integradora del paisaje refleja la interrelación de los fenómenos que ocurren en el territorio de forma objetiva, lo que se manifiesta en una serie de regularidades de diferenciación espacial. El paisaje puede considerarse como una unidad de "común denominador", mediante la cual se puede calcular, analizar, comparar y evaluar el potencial de recursos naturales de un territorio, asociado espacialmente y subordinado a las regularidades de su formación y diferenciación”..., de acuerdo a los autores estas cualidades posibilitan la jerarquización y taxonomía de las unidades del paisaje, que varían de tamaño, complejidad y nivel de organización, por lo que pueden ser diferenciadas y cartografiadas.

Los paisajes o geosistemas como regla son sistemas complejos autorregulados, auto-organizados y abiertos, con un alto grado de relaciones de dependencia y de balance entre sus componentes, con un intercambio relativamente limitado de flujos de Energía Materia Información (EMI) con sistemas situados en el exterior. Debido a que el impacto (acciones) antropogénico, conduce a aumentar el grado de apertura con el medio exterior, proporciona el decrecimiento del balance entre los componentes en el interior del sistema (Mateo, 2002).

Finalmente, se entiende por paisaje al geosistema, objetivo y en constante estado de intercambio de energía, materia e información; constituido por la asociación de sus elementos y formado bajo la influencia de los procesos naturales y la actividad humana a través del tiempo.

I.2. LA GEOECOLOGÍA DEL PAISAJE

La Geoecología tiene su origen en los estudios y desarrollos teóricos de los geógrafos físicos (Tricart, Dokuchaev), que han sido trabajados por diferentes escuelas de pensamiento del paisaje, las cuales han entregado diversas definiciones de Geoecología. La escuela alemana de *Geoecología* o Ecología del Paisaje tiene sus orígenes en los trabajos realizados por C. Troll, en la década del 60' (Bocco *et al.* 2010). De esta manera, Troll define la Geoecología como “la ciencia de la interrelación total y compleja entre los organismos y sus factores ambientales” (González, 2006). A partir de dicha definición, la escuela Alemana comienza a desarrollar el concepto, y plantea que la Geoecología está centrada en la relación de las Ciencias Naturales y el Medio Ambiente. Esto último se ve manifestado con la definición de la Asociación de Geoecología Alemana, quienes señalan que: “la Geoecología es una ciencia natural interdisciplinaria dedicada a los problemas del medio ambiente, en particular a identificar y solucionar problemas relacionados con su aprovechamiento por parte del hombre” (Asociación de Geoecología en Alemania, 2011).

Por su parte, la escuela Rusa, comienza a desarrollar la ciencia de la Geoecología del Paisaje, a partir de la elaboración de un sistema de herramientas; tipología y regionalización, para el análisis digital de clasificación taxonómica donde se distinguen las unidades tipológicas y las regionales, con índices diagnóstico y definiciones en cada caso (Bocco *et al.*, 2010)

En América Latina, esta Ciencia se ha desarrollado desde comienzos del siglo XX, cuando los geógrafos cubanos, bajo la influencia principalmente de la Geografía Alemana y Rusa, adaptaron este enfoque a las nuevas condiciones territoriales, bajo las perspectivas de aplicación en planes de ordenamiento territorial. En términos teóricos, la influencia de la escuela rusa de Geografía del Paisaje, se expresa en la definición de Geoecología de los Paisajes, la cual es concebida como sinónimo de la Geografía de los Paisajes y Ecología del Paisaje, siendo una disciplina integradora que se basa en el estudio del paisaje, desde su acepción de paisaje natural o formación antropo-natural (Mateo, 2007).

La concepción científica general de la Geoecología de los Paisajes se presenta como una vía de gran eficiencia y flexibilidad, que posibilita investigar y profundizar en el estudio de los

paisajes de una forma más compleja y completa, de gran utilidad para las medidas de ordenamiento y planificación ambiental.

La *Geoecología de los paisajes*: ...“Se concibe como un sistema de métodos, procedimientos, técnicas de investigación, cuyos propósitos consisten en la obtención de un conocimiento sobre el medio natural, con los cuales se puede establecer el diagnóstico de un estado operativo. A partir de ello, y sobre la base de la evaluación del potencial de recursos, es posible la formulación de la estrategia y la táctica de la optimización de los usos y los manejos más adecuados. Sobre esta base el ordenamiento geoecológico del territorio se convierte en un elemento tanto básico como complementario para la elaboración de los programas de desarrollo económico y social”... (Trofimov, 2009).

La interpretación geoecológica de la relación objeto-sujeto, ha exigido el desarrollo y perfeccionamiento del enfoque sistémico y el uso del modelamiento y la elaboración de los sistemas geoinformativos (SIG), como herramientas de especial utilidad. En general ha sido un objetivo permanente de la Geoecología del Paisaje el propósito de cuantificar los fenómenos a estudiar.

El concepto de geosistema y la Geografía del Paisaje fueron la influencia principal en la Geoecología del Paisaje; hoy en día, su carácter es interdisciplinario y posee una metodología propia, siendo su principal objeto de estudio las relaciones del paisaje natural, el paisaje antropo–natural y el paisaje cultural (Mateo, 2008). Para el mismo autor existe el siguiente esquema metodológico para la evaluación geoecológica de los paisajes, el presente trabajo tendrá en cuenta algunas fases de este esquema:

- *Estudio de la organización paisajística*: dado al conocimiento de los factores que forman y transforman los paisajes naturales.
- *Análisis de los Paisajes*: determinación de las propiedades y atributos sistémicos de los paisajes, con el empleo de los enfoques estructural, funcional, histórico-genético e informacional.
- *Evaluación del potencial de los paisajes*: determinación del potencial del uso de los recursos y servicios ambientales, cálculo de los factores antrópicos que inciden en el uso de los paisajes (paisajes antropo-naturales), mediante la determinación de los tipos de uso de la

naturaleza permisibles, los impactos geoecológicos sobre los paisajes, sus efectos y consecuencias, y las cargas permisibles.

- *Diagnóstico geoecológico de los paisajes*: determinación de los procesos que degradan el paisaje y el estado geoecológico de los mismos, la eficiencia en la utilización de los paisajes por parte del hombre, y la relación entre el uso y el potencial.

- *Análisis de los paisajes en relación con la planificación*: relacionada con los procedimientos de planificación ambiental, sustentados en los paisajes como objetos de partida, y el análisis de alternativas que tiene como base el pronóstico de las propiedades y el estado de los paisajes. Incluye los problemas relacionados con el diseño de la organización estructuro-funcional óptima de los paisajes, incluyendo el pronóstico de los paisajes de acuerdo a diferentes escenarios.

- *Monitoreo geoecológico*: análisis periódico del estado de los paisajes, y de las características principales de sus propiedades.

La actual concepción de paisaje contiene importantes aportes de la “*teoría general de sistemas*”, que trata las propiedades y las leyes de los sistemas y que se basa en la teoría estructuralista. La definición de sistema se refiere a un modelo consistente en un conjunto de elementos interrelacionados. Esta perspectiva ha permitido aplicar al estudio del paisaje geográfico un enfoque sistémico, dando lugar a la noción de geosistema – sistemas geográficos (Mateo, 2013), que en su concepción más integral concibe formaciones territoriales complejas que incluyen como subsistemas a la Naturaleza y a la Sociedad, con sus diferentes actividades (productiva, cultural, recreativa), y que pueden considerarse como geoeosistemas, en donde se producen relaciones entre el objeto (el medio) y el sujeto (las acciones humanas), y además entran en la categoría de sistemas ambientales; las unidades geoecológicas (Acevedo, 1996). Así, el análisis estructural aplicado al estudio de los paisajes permite explicar de qué manera se relacionan sus componentes y cómo es la organización estructural del sistema paisajístico, analizado como una totalidad.

Por otra parte, la categoría *espacio geográfico*, en conjunción con los paisajes como su expresión fisonómica y cultural, sirve como base para entender la problemática ambiental. Sobre esta base se trata de identificar y cualificar la sustentabilidad ambiental y espacial,

como punto de partida en las propuestas de ordenamiento y planificación ambiental. Uno de los métodos de estudio se ha sustentado en la interpretación de los paisajes como unidades geocológicas, que conjugan los componentes naturales y la dimensión socio-cultural (Mateo *et al.*, 1994).

Como parte de la interrelación de los paisajes naturales (físico-geográficos) y la estructura antropogénica, se obtienen las *unidades geocológicas*, como consecuencia principalmente..."de las regularidades de uso y ocupación del basamento físico-geográfico"... Las unidades geocológicas hacen referencia a las áreas donde coinciden una misma unidad del paisaje físico-geográfico y la combinación de tipos de usos del suelo, y por tanto la misma combinación de procesos de degradación y problemas ambientales, ellas representan geosistemas o paisajes antroponaturales y geoeosistemas o paisajes culturales. Con el objetivo de comprender las transformaciones que pueden ocurrir en ellas, se debe identificar la respuesta de los geosistemas y geoeosistemas a las transformaciones o modificaciones del paisaje (Bollo *et al.*, 2013).

El paisaje como geosistema (y geoeosistema) se puede considerar como el objeto de todos esos conceptos de relación entre el objeto y el sujeto. Sobre esta idea, se podría categorizar al paisaje como una categoría particular de sistema ambiental. Por *sistema ambiental* se considera a diversas categorías del medio ambiente global, con diferente nivel de organización, caracterizados por diversos grados de complejidad, y de relaciones entre los fenómenos o subsistemas naturales y sociales. Los *sistemas ambientales*, responden a las diversas categorías de organización de la materia. Se establecen siete categorías operativas de sistemas ambientales, que son las siguientes: ecosistema, geosistema, sistema socio – ambiental, sistema económico – ambiental, sistema cultural – ambiental, geoeosistemas, sistema antropocológico o ecosistema humano (Mateo, 2002). En nuestra investigación estudiaremos los geosistemas y geoeosistemas. Los *geoeosistemas* son paisajes que han sido transformados intensamente por la actividad del hombre, paisajes en los cuales se han introducido numerosos elementos (carreteras, edificaciones, aeropuertos, viviendas), a ellos se les llama elementos antropogénicos; los geoeosistemas son paisajes culturales.

Un geosistema es estable cuando es capaz de absorber el impacto exterior, que se transmite de un componente a otro a través de las relaciones reversibles entre los mismos elementos

del geosistema. Cuando estas relaciones dejan de funcionar, el geosistema o paisaje deja de funcionar y tiende a descomponerse pasando a un nuevo estado de equilibrio termodinámico que se conoce con el nombre de estado crítico. De esta manera el paisaje ha perdido su estado homeostático o estado de equilibrio dinámico del sistema y se puede hablar de su degradación ya que se ha producido un desequilibrio a consecuencia de la falta de retroalimentación (Bertani, 2011). Para ello se determinan los procesos de degradación geocológica y los problemas ambientales para cada unidad geocológica de la zona en estudio.

Según Mateo, (2007), los *problemas ambientales* (geocológicos) son la colección de defectos de racionalidad, de procesos que desarticulan la estructura y funcionamiento de los geosistemas naturales trayendo como consecuencia dificultades en el cumplimiento de las funciones socio-económicas y deficiencias generales de sustentabilidad en los grupos sociales. Sobre la base de los conceptos planteados, se reconoce que las relaciones que se establecen entre los dos subsistemas fundamentales que constituyen el paisaje (antropo-natural) son negativas, ya que prevalecen las influencias de las acciones humanas sobre las naturales originales, y con ello se origina la degradación del paisaje que se incrementa a medida que el hombre sigue en interacción con la naturaleza.

De acuerdo a Acevedo (1996: 35), la *degradación geocológica* o degradación de los paisajes, se define como: "... la pérdida de atributos y propiedades sistémicas que deben garantizar el cumplimiento de las funciones geocológicas, y la actividad de los mecanismos de autorregulación. En esta dirección, la degradación tiene un papel antagónico, provocada por la existencia de *procesos geocológicos* degradantes, que son aquellos vinculados al funcionamiento, ya que conducen a la alteración de los mecanismos de autorregulación, de la circulación de los flujos de Energía, Materia e Información (flujos EMI) y por consiguiente, a la pérdida de potenciales naturales y de la capacidad productiva de los sistemas"...

Según Mateo (2002), para el estudio de la *degradación del paisaje*, se han identificado tres categorías de problemas geocológicos o ambientales referido al conjunto de procesos que desarticulan la estructura y el funcionamiento del paisaje, por lo que las funciones socioeconómica y de sustentabilidad social se ven afectadas:

1. Problemas con la gestión de los recursos: Pérdida de potenciales naturales, pérdida de hábitats ecológicos y biodiversidad, pérdida y degradación de los suelos (erosión, salinización, acidez); deterioro de los recursos hídricos (deterioro del manto de agua subterránea, pérdida de aguas superficiales; aumento de inundaciones, salinización de las aguas); deterioro de los recursos costeros y litorales (erosión y abrasión de las playas y litorales, alteraciones en la dinámica litoral).
2. Problemas con la calidad ambiental: impacto ambiental de las actividades mineras, desarticulación de los geosistemas, deterioro ambiental urbano (expansionismo, homogeneización, pérdida de calidad higiénico-sanitaria, pérdida de áreas verdes y naturales); contaminación del medio y deterioro de los recursos estético-escénicos.
3. Problemas con la integridad del geosistema: alteración de la estructura territorial, desarticulación de la funcionalidad del geosistema, imposibilidad de cumplir las funciones ambientales a escala regional e interregional, disrupciones de la estructura que garantiza el cambio secuencial de los estadios de desarrollo, influencia negativa en la dinámica y funcionamiento de regiones y territorios circundantes.

El *Diagnóstico Geoecológico*, en relación con los métodos tradicionales clásicos que se utilizan en el análisis del paisaje, se diferencia por ser un método que analiza los procesos antropogénicos, los cambios estructurales internos, las modificaciones producto de la combinación de servicios y funciones en el espacio. El *Diagnóstico Geoecológico* permite establecer la calidad geoecológica de los geosistemas. Se entiende por *Calidad Geoecológica* en el geosistema antropo natural o en el geosistema, al conjunto de servicios sistémicos demandados por la sociedad, que dependen de la estructura, el funcionamiento, la dinámica, la información y otras funciones que surgen en el paisaje bajo los diversos impactos económicos y sociales. La Calidad Geoecológica depende de la autorregulación y la recuperación del medio por parte del paisaje, y además de evaluar los niveles en que el geosistema natural puede funcionar en conjunto con los diversos procesos antropogénicos que no son propios del paisaje original, y dar respuesta a las acciones que sobre el mismo inciden. De tal manera, las consecuencias de estas influencias son las que determinan el *estado geoecológico* del paisaje, el grado de *su estabilidad* bajo las condiciones de tensión antropogénica, la capacidad de cumplir las funciones principales y sostener el

conjunto de servicios garantizando la Calidad Geoecológica. Estas características permiten hacer una diferenciación de los sistemas geoecológicos, y categorizar desde los que funcionan de manera estable, hasta los más degradados (Romanova *et al.*, 2010).

1.2.1. El Diagnóstico Geoecológico

Para realizar el *Diagnostico Geoecológico* del espacio en la Zona Metropolitana de Morelia, se deben analizar los cambios de estructura y funcionamiento del paisaje al nivel de unidades geoecológicas. Estas unidades se encuentran sometidas a alteraciones en el funcionamiento y los mecanismos de autorregulación lo que conlleva, en muchos casos, a un proceso de degradación geoecológica.

De acuerdo a Mateo y Da Silva, 2002, los *Procesos Geoecológicos* (naturales o de interacción antrópica), se consideran problemas ambientales..."De acuerdo al nivel de modificación en lo mecanismos de formación y regulación constante de los paisajes, y el grado de los procesos degradantes, se puede determinar el estado geoecológico o ambiental de los geosistemas antropogénicos y los geosistemas. Por *estado ambiental o geoecológico*, se considera la *Situación Geoecológica* del paisaje dado, determinado por el tipo y grado del impacto antropogénico (acciones antropogénicas), y la capacidad de reacción y absorción de los geosistemas"...

La *Situación Geoecológica* como forma de expresión del diagnóstico geoecológico aporta información sobre la *calidad ambiental* (geoecológica) y la integridad del geosistema. Esta información contribuye en la gestión y manejo de los recursos en el espacio. El territorio constituye un sistema complejo en el que confluyen un conjunto de componentes, cada uno de ellos con sus elementos conformadores y una serie de relaciones que le dan cohesión interna y lo vinculan con el conjunto a distintas escalas, en un proceso dinámico.

El *Grado de la Transformación* de los geosistemas por la actividad humana se puede interpretar en niveles de hemerobia. El término hemerobia aparece por primera vez en Jalas (1955) y Troppmair, (1989) con el significado de "alteración y / o dominio de los paisajes por el ser humano", así los paisajes podrían clasificarse de muy preservado hasta los más antropizados. Otros autores, como Sukopp (1972) y Mateo (2002), conceptualizan la Hemerobia como "el grado de cambio e intensidad de la modificación del paisaje y el uso de

los términos: paisajes naturales, seminaturales, antro-po-naturales y antropizados”. En la presente investigación retomamos el término *hemerobia* como; los cambios ocurridos en la estructura y funcionamiento del paisaje debido a la acción humana sobre los mismos; reflejan hasta qué punto y en qué medida se conservan las propiedades originales de los paisajes, se define como una medida para evaluar la influencia antropogénica sobre los geoecosistemas considerando factores antropogénicos que inhiben el desarrollo del sistema hacia el estado final de su equilibrio dinámico (Koch et al. 1999 en Kowarik,1988). En este sentido, en la literatura se hace una distinción entre *factores antropogénicos* y *factores antrópicos*;... “Por factores antrópicos, se consideran aquellos que se expresan por efectos indirectos de la actividad humana, tales como; las plantaciones forestales, en las que aún quedan elementos y relaciones primigenias del paisaje original. Por factores antropogénicos, se consideran aquellos creados por la acción directa del hombre; objetos o formas creados por la actividad humana, como la infraestructura urbana”... (Mateo, 2002).

Se distinguen seis grados de hemerobia desde la perspectiva del grado de transformación del paisaje (Sukopp, 1982; Jalas, 1955; Bárbara *et al.*, 2014; Belem y Nucci, 2011):

- Ahemeróbico: paisajes naturales (primogénico)
- Oligohemeróbico: paisajes más naturales que artificiales, con campos sujetos a pastoreo (grado de transformación leve)
- Mesohemeróbico: paisajes más artificiales que naturales como plantaciones forestales (grado de transformación media)
- Euhemeróbico: paisaje artificiales, como campos de cultivos agrícolas o áreas semiurbanizadas (transformado extensivamente)
- Polihemeróbico: paisajes que casi totalmente urbanizados (mayor grado de transformación)
- Metahemeróbico: paisajes urbanizados (completamente transformado)

La *Transformación del paisaje* natural ha ocurrido paulatinamente por el hombre, aunque se ha adaptado al paisaje, también lo ha cambiado de acuerdo a sus necesidades y su cultura, lo que ha generado situaciones positivas y negativas. La ocupación territorial realizada por los

hombres, ya sea para la instalación de ciudades o para su explotación económica, ha hecho que gran parte del paisaje natural se transforme.

A partir de la evaluación de la intensidad en las transformaciones del paisaje natural y el grado de intervención antropogénica, teniendo en cuenta los niveles hemeróbicos del geosistema, resultado de los procesos geocológicos, se describen las categorías del diagnóstico geocológico o situación geocológica; Situación de Transformación Leve, Situación de Transformación Media, Situación de Transformación Extensiva, Situación de Muy Transformado y Situación de Transformación Extrema, las cuales sintetizan la Calidad Geocológica del geosistema a través del modelo de los subsistemas físico-natural y socio-económico.

1.2.2. La clasificación de los paisajes. Tipología físico-geográfica a escala local

Entre las tareas básicas y más importantes en los estudios del paisaje, están presentes la diferenciación, la clasificación y la cartografía de las unidades que conforman un territorio (Salinas, 1991; Quintela, 1996). Estas tareas, se realizan mediante el estudio de los componentes naturales y antrópicos del paisaje y de la interrelación que entre ellos existe. Para la clasificación de los paisajes naturales a nivel regional, según Mateo y Bollo (2016), se requiere distinguir dos categorías de sistematización: la tipología y la regionalización. La tipología, que a nivel local se denomina también topología o morfología del paisaje, significa delimitar las unidades por su analogía y repetitividad. La regionalización, establece determinar las unidades por su personalidad e individualidad. Ambas categorías se complementan aunque no son similares. Cada una de estas formas de clasificar, se caracterizan por una serie de principios (índices diagnóstico), que se identifican para cada nivel de su sistema de unidades taxonómicas los cuales están asociados a determinadas escalas de representación cartográfica.

Las unidades del Paisaje Físico-Geográfico, independientemente del nivel jerárquico a que responden, están formadas por una síntesis de componentes, es decir, son entidades espaciales en las que existe una homogeneidad relativa en cuanto al comportamiento de cada uno de ellas. “Atendiendo a factores como las dimensiones del territorio y su relación con la escala de trabajo, y al propio comportamiento de los componentes naturales (principalmente

del relieve, de quien se reconoce su papel como redistribuidor de energía, sustancias e información), la importancia relativa de cada componente puede variar de un caso de estudio a otro” (Salinas y Quintela, 2000: 520), es por ello que los autores afirman que no existe una regla absoluta para compilar un mapa de paisajes.

Para establecer el sistema de unidades taxonómicas que se utiliza en nuestro trabajo, se toman los criterios de clasificación del paisaje empleados por el sistema académico ruso (Vidina (1970), modificado por Mateo (2008), (cuadro 1.1). Se establecen para el área de estudio, 2 unidades taxonómicas: la Localidad y la Comarca físico–geográfica, para la escala de representación a 1: 100 000 (escala local).

Cuadro 1.1. Índices diagnósticos del paisaje natural y de sus partes morfológicas (estructura horizontal) para el nivel local.

Índice diagnóstico principal: complejidad de la estructura horizontal del paisaje	Unidad morfológica	Índice diagnóstico complementario: factores naturales conjugados (relieve, condiciones litológicas, hidrológicas de otro tipo)
Paisaje de estructura de dos escalones, formado por facies y subcomarcas	Comarca físico-geográfica	Coincide frecuentemente con una mesoforma del relieve (o con partes de la mesoforma con muchos elementos), caracterizada por la asociación de regímenes de humedad, de rocas formadoras de suelos, de tipos de suelos y de biocenosis.
Paisaje de estructura de muchos escalones: formado por comarcas y subcomarcas	Localidad físico-geográfica	Coincide con un determinado complejo de mesoformas del relieve (positivas y negativas) en los límites de una misma región físico-geográfica, con similar régimen de humedad, asociación particular litológica y un complejo o asociaciones de tipo de suelos y de biocenosis.

Fuente: Adaptado de Mateo, 2008.

Los métodos locales de la diferenciación geográfica del paisaje, determinan que sus unidades locales (a escalas 1: 100 000 o mayores), estén subordinadas a una organización espacial y temporal, que se sustenta en el sistema de relaciones internas que se establecen entre los componentes naturales. Los paisajes de nivel local forman parte de unidades mayores, que están situadas jerárquicamente en un escalón superior (nivel regional). Como regla, los paisajes de nivel local se repiten y difunden en las unidades superiores de manera típica y regular. La unidad del paisaje se refleja, principalmente, en su estructura horizontal, o sea,

en la organización regular de los paisajes más pequeños de rango jerárquicamente inferior. De esta manera, el sistema de unidades locales se establece de una manera jerárquica y subordinada (Bollo y Hernández, 2008).

I.3. LA DELIMITACIÓN DEL ESPACIO GEOGRÁFICO DESDE LA CONCEPCIÓN URBANA

La concepción de Milton Santos del *espacio geográfico* como sistema de acciones en la superficie terrestre, en el que confluyen categorías analíticas como: el paisaje, la configuración territorial y el espacio producido, nos permite visualizarlo desde tres dimensiones: el espacio natural, el espacio económico y el espacio social. El espacio geográfico como producto social, encuentra en la naturaleza recursos y materias primas; las fuentes de recursos naturales y el flujo de materias primas y energía modelan el espacio y recíprocamente tales flujos y redes son condicionados por éste.

Por tanto, el espacio geográfico se caracteriza por ser concreto, observable, localizable, complejo, variable, multidimensional, medible y cartografiable, que evoluciona en el tiempo y cambia de un lugar a otro. Además, es un producto histórico, ya que existe desde que aparece el hombre como ser social y se configura como hecho histórico y cultural, como producto social organizado y como sistema de relaciones y de interacciones, que se modifican en el tiempo.

La *ciudad* es un espacio geográfico, un territorio que acoge las actividades públicas y privadas, donde se desarrollan las funciones de la sociedad, transformación e intercambio, es decir, ...“El paisaje natural subyace a la ciudad. El paisaje natural es estructura y soporte del paisaje urbano”... (Montoya, 2012:1).

En este sentido, si tenemos en cuenta la definición de organización espacial de Capel (1975); “una forma de organización espacial es esencialmente un producto social, modelado y condicionado por la estructura social, por el tipo de relaciones sociales que se establecen entre sus distintos elementos, por las relaciones de producción y, en suma, por el conjunto de las instancias económica, ideológica y jurídico-política que la constituyen; la ciudad forma parte activa del espacio. Las ciudades crecen continuamente y absorben antiguos espacios rurales, por lo que alteran sus condiciones ambientales y construyen nuevos escenarios

urbanos. De este modo, el espacio urbano se considera diverso en dos direcciones principales; tanto en los flujos que en el confluyen como en su paisaje, específicamente en las zonas o franjas que se integran en su entorno (Rivera, 2013). Esto genera una nueva población urbana, que implica un proceso de ocupación espacial, lo cual de alguna manera está relacionado con la producción de las inmobiliarias, los actores del gobierno y la variable cultural que interviene en la construcción social del espacio.

Las ciudades a nivel global han desarrollado un ritmo de crecimiento notable. Este proceso de desarrollo de las ciudades y de concentración de la población en los núcleos urbanos se le ha nombrado por la comunidad científica como *urbanización*. Este proceso ha provocado en los últimos decenios tanto un incremento del número de ciudades, como un incremento del número de personas que viven en ellas. A pesar de que la tendencia es el incremento de estos núcleos urbanos, este fenómeno se modifica a lo largo de los últimos años, por lo que se aprecia también la salida de población y de actividades desde las ciudades hasta el medio rural circundante más o menos próximo. La urbanización implica no solo el aumento de la población en un espacio urbano, sino también la transformación de un espacio natural o rural en un espacio urbano, donde predomina el espacio no urbanizado; a este proceso se le identifica de manera general como *periurbanización* (Ávila, H. 2001).

El proceso de periurbanización conlleva a la generación de problemáticas urbanas en los territorios asimilados como; la construcción y mejora de infraestructuras, una nueva imagen de lo rural, incremento de los equipamientos públicos y de los servicios privados, la elevación del nivel de renta; contribuye a la aparición de numerosas áreas de viviendas unifamiliares de baja densidad en áreas aisladas, a la formación de nuevos barrios de viviendas continuas en el perímetro de núcleos rurales, a la rehabilitación de viviendas rurales dispersas o en el interior de los pueblos y también facilita la expansión numérica de las segundas residencias y la modificación de muchas de ellas en viviendas principales. Las ciudades mexicanas, y más recientemente las ciudades medias adolecen de un constante crecimiento urbano, lo que se manifiesta en la generación y expansión de las Zonas Metropolitanas bajo un desarrollo acelerado y desordenado. Este crecimiento trae consigo la incorporación de tierras agrícolas como soporte de las nuevas actividades de carácter urbano. Este proceso propicia la conurbación resultado de las transformaciones territoriales, lo que implica que los territorios

de menor jerarquía son absorbidos por los requerimientos de las ciudades y se integran a su dinámica bajo formas muy diversas (Hernández *et al.*, 2009).

Este proceso de urbanización y periurbanización tiene como resultado la conformación de los espacios *metropolitanos*, en donde se desarrollan nuevas formas de vivir y relacionarse, de apropiarse y de aprehender los espacios periféricos y los rurales en torno a la ciudad (Ávila, P. 2009). Considera este autor la definición de Metrópolis como la unión física de dos o más municipios con más de 100 mil habitantes y un primer contorno en fuerte interacción con el municipio central, siendo un ámbito político-administrativo. Este modelo propicia la existencia de las periferias metropolitanas expandidas, ubicadas en los espacios alrededor de las áreas de la metrópoli, donde se manifiesta la influencia directa de la gran ciudad sobre la transformación tanto de áreas agrícolas, como áreas deshabitadas de muy bajo o nulo valor productivo, las cuales no mantienen un patrón continuo, sino que puede ser disperso y fraccionado en la suma de estas formas territoriales, por lo que no tienen límites geográficos en ocasiones bien definidos.

Es importante entonces conceptualizar los dos extremos de este proceso de periurbanización: el espacio urbano y el espacio rural. La definición de espacio urbano y rural resulta difícil y circular porque la definición de uno se hace por defecto con el otro. El espacio rural ha evolucionado mucho, sobre todo tras los últimos modelos de crecimiento urbano emergentes. No obstante, en la literatura especializada, los rasgos característicos de estos espacios, que les diferencian, son típicamente dos; el poblacional y el funcional. A los fines de realizar su caracterización, se suelen considerar criterios cuantitativos o cualitativos. Los espacios o *áreas urbanas* suelen ser definidos previamente por criterios numéricos de población. Por otro lado, pueden aplicarse criterios cualitativos y cuantitativos funcionales, como por ejemplo que el sector económico dominante no sea el primario, sino el sector secundario: la ciudad industrial o los servicios, entre otros. El espacio o *área rural* es el territorio no urbano de la superficie terrestre, o parte de una división territorial, que no está clasificada como área urbana o de expansión urbana; son las áreas no urbanizadas al menos en su mayor parte o destinadas a la limitación del crecimiento urbano, utilizadas para actividades agropecuarias, agroindustriales, extractivas, de silvicultura y de conservación ambiental (Capel, 1975).

Las definiciones anteriores nos llevan a resumir el término *periurbano*, como la extensión continua de la ciudad y a la absorción paulatina de los espacios rurales que la rodean, es decir, se trata de la franja de difusión urbano-rural e incluso rural, donde se desarrollan prácticas económicas y sociales ligadas a la dinámica de las ciudades. El elemento central en cuanto a la existencia del fenómeno lo constituyen las relaciones que se establecen por la cercanía y proximidad con el entorno urbano (Ávila, P. 2009). De esta manera, el mismo autor declara que “la expresión territorial más clara del proceso de periurbanización lo constituye la conformación de coronas o espacios periféricos concéntricos, en los cuales se entrelazan actividades económicas y formas de vida que manifiestan características tanto de los ámbitos urbanos como de los rurales.”, término que dentro de la Geoecología también se le denomina interfase urbano-rural.

Según Ávila H. (2001), la configuración espacial del proceso de periurbanización en México está dada por el flujo poblacional y el traslado de actividades productivas hacia la periferia, como en los países desarrollados, y por la estructura territorial dependiente de la evolución del modo capitalista, con las características propias del subdesarrollo mexicano. Las diferencias, en esta dirección, radican en la intensidad de ciertos procesos y en su capacidad para explicar los cambios territoriales suscitados por la periurbanización. Por ello, situaciones como las de segunda residencia o de movilidad cotidiana de la periferia hacia los centros urbanos, si bien ocurren y están en aumento, resultan insuficientes o poco relevantes para explicar el fenómeno en la sociedad mexicana.

Asimismo, en México, no obstante a lo planteado, existe una gran diversidad en cuanto a las expresiones territoriales en cada región, lo cual genera una heterogeneidad proveniente de las características específicas de cada territorio en concreto, sus potencialidades, su localización así como de los actores que coexisten en los espacios periféricos... “Así, mientras en algunas zonas predominan los asentamientos marginales ubicados sobre suelos irregulares, en los cuales se carece de infraestructura y servicios públicos, en otras zonas es posible constatar la existencia de áreas residenciales apartadas de la ciudad, en zonas de acceso restringido, para una población de altos ingresos”... También, es frecuente encontrar regiones donde el avance de la urbanización ocurre a lo largo de los ejes de salida de las ciudades o alrededor de obras e infraestructura recientes y asentamientos difusos.”(Hernández *et al.*, 2009: 278). En Ávila H. (2001), se explica que este proceso se

distingue por la heterogeneidad de sus espacios, ya que algunos han sido transformados por la dinámica urbana que induce un cambio de uso suelo, en la conservación y en la estructura productiva local y en otros se observa la coexistencia de actividades agrícolas y pecuarias con actividades de tipo urbano.

Al analizar todos estos preceptos, la dualidad radica en torno a la determinación de los límites de uno y otro espacio, que puede darse en sentidos diversos: “o bien se trata del fin de un ciclo de urbanización y la presencia cada vez menor de las actividades urbanas, una vez que se desarrolló el crecimiento periurbano, o no es más que una etapa hacia el final de la centralidad urbana y la conformación de un nuevo sistema de ciudades en polaridades múltiples y de un equilibrio de densidades de población entre lo rural y lo urbano” (Prost, 1991 en Ávila, H. 2009).

En general la delimitación de espacio urbano y rural, es decir, distinguir mediante una línea exacta qué parte del suelo se considera urbano y qué parte se excluye, resulta difícil y complejo, porque la definición de uno se hace por defecto con el otro, en particular en aquellas zonas donde la presencia de elementos urbanos no es suficiente para establecer un límite físico. Estos problemas para establecer los límites se acrecientan en la periferia de las ciudades en la zona de transición entre lo urbano y lo rural. Las ciudades generalmente no crecen por áreas planificadas, en un proceso paulatino de construcción, de manera que, hasta que una zona no está suficientemente urbanizada y completada no se empieza otra. Por lo general los crecimientos de las ciudades tienen diferentes grados de urbanización por lo que se intercalan con terrenos que mantienen usos y características aún rurales. Debido a esto, establecer una línea límite de forma automática no se puede realizar y en consecuencia hay que establecer diferentes soluciones en función de los criterios que se determinen al respecto.

1.3.1 Delimitación entre los contextos espaciales Urbano, Periurbano y Rural

En el momento de delimitar y diferenciar el territorio en espacio urbano, periurbano y rural, el parámetro a utilizar aparece como una interrogante. Según la afirmación de Zuluaga (2005), “En general, las ideas sobre las fronteras, plantean la utilización de una línea para marcar una diferencia, que supone la existencia de situaciones opuestas a cada lado. Los conceptos de límite, frontera y borde, se han convertido en un vocabulario general de

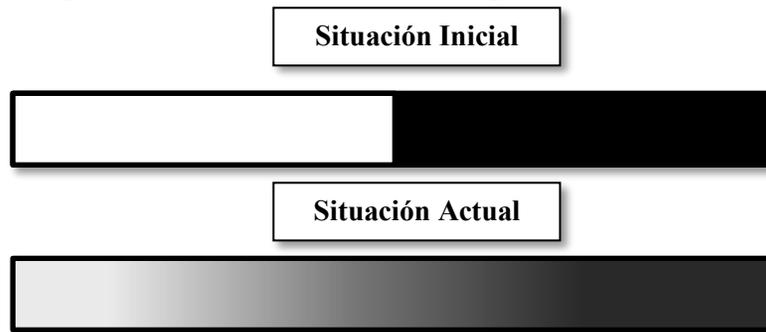
discontinuidad y diferenciación espacial, social y cultural”.

El límite es el fin de un espacio o de un territorio, en cuyo caso el borde es denominado frontera. El término frontera, es más amplio y se refiere a una región o faja, mientras tanto que el término límite, está ligado a una concepción precisa, lineal y perfectamente definida en el terreno (Castro, 2013), es en definitiva, la determinación del *límite* ya que permite diferenciar o delimitar un espacio. A partir de la tipificación en unidades y de las caracterizaciones del continuo urbano-rural; por un lado, y de los usos del suelo; por el otro, se han determinado límites aproximados de la frontera periurbana, y debido a la dificultad de su delimitación exacta se ha optado por un criterio amplio de límites *internos* y *externos* (Zuluaga, 2005).

Tradicionalmente, el territorio se ha dividido en dos categorías principales; lo urbano y lo rural. Estos conceptos son distintos, pero tendientes a explicar la misma realidad y entre ellos media, desde un punto de vista teórico la concepción del término periurbano y desde un punto de vista estadístico, la aparición de entidades o de espacios considerados como intermedios o semiurbanos. Ante ello, el autor Capel (1975), considera que: “Frente a la antigua y tradicional dicotomía, que distinguía simplemente entre lo rural y lo urbano, debemos hoy aceptar una diversidad de situaciones caracterizadas por una complejidad creciente desde el punto de vista de la organización espacial.”

Zuluaga (2005), expone una interesante forma para visualizar la dinámica rural-urbana, utiliza como metáfora, una situación inicial donde el plano se divide a la mitad con los colores negro y blanco; que producen un gran contraste para graficar la posición teórica de los términos urbano y rural. En un segundo plano, la situación actual, el límite se diluye (se transforma en frontera) donde la tinta blanca y negra gradualmente se mezclan, por lo que la línea divisoria es inexistente, convirtiéndose en un solo plano en el cual se presenta un degradado desde el negro al blanco, en forma gradual, que pasa por infinitos tonos de grises. Ello simboliza la complejidad del proceso de delimitación de un espacio y otro (Figura 1.1).

Figura 1.1. Caracterización del espectro rural-urbano.



Fuente: Elaboración a partir de la adaptación de Zuluaga, (2005).

La delimitación del espacio, a partir del ideal continuo urbano-rural en la situación actual como se observa en la figura 1.1, presenta en general muchas dificultades, ya que la dicotomía urbano-rural es un reflejo de la variedad de las definiciones aplicadas por los profesionales y las instituciones, guiados por criterios físicos y socio-económicos. Binimelis (2000), plantea que los problemas de delimitación se deben a:

- Su propia estructura, los problemas del investigador para delimitar la franja y su estructura interna vienen dados por la misma naturaleza de estas áreas, ya que no se trata de espacios fijos, sino que son espacios dinámicos.
- Cuestiones metodológicas, ya que la delimitación de un fenómeno requiere de la delimitación inequívoca de variables y criterios, sin embargo no existen criterios universalmente establecidos sobre qué técnicas y variables deben utilizarse; ambas cuestiones dependen del libre albedrío del investigador.
- Que las unidades de observación y los órdenes de magnitud de las áreas de estudio son distintas.
- Que existe dependencia de los investigadores hacia las unidades de análisis que las administraciones públicas establecen y sobre todo, de los datos que éstas elaboran.
- Existen otras corrientes revisionistas en torno al problema de delimitación de lo urbano y lo rural, Capel (1975), afirma que el problema de su determinación se presenta en dos cuestiones:
 - La definición teórica de lo urbano en contraposición a lo rural, y la enumeración de los rasgos esenciales de la ciudad.

- La definición concreta utilizada en cada país para la determinación con fines estadísticos.

De acuerdo a Adell (1999), se aprecia que la visión de la franja periurbana desde un punto de vista urbano, se identifica con la simplicidad de los equipamientos, de los servicios sociales y culturales, así como los recreativos; propios de los medios rurales, los cuales, por contraste con la oferta urbana generan una situación generalmente precaria. De esta manera, este espacio de interfase se caracteriza desde varias perspectivas:

- Medioambiental: por la insuficiencia de los servicios urbanos e infraestructura, como abastecimiento de agua y saneamiento, electricidad, drenaje, caminos pavimentados y recogida de basuras, etc.

- Socioeconómica: el continuo y desigual proceso de urbanización que tienen lugar en estas zonas se acompaña por la especulación del suelo, el desplazamiento de las actividades económicas de mayor productividad y la aparición de actividades informales e ilegales. Como consecuencia de ello, la composición social de la interfase periurbana es muy heterogénea y sujeta a cambios a lo largo del tiempo. Los pequeños agricultores, colonos informales, empresarios industriales y clase media urbana tienden a coexistir en el mismo territorio pero con diferentes intereses, a menudo en competencia con sus propias prácticas y percepciones.

- Institucional: el periurbano padece de la falta de instituciones capaces de abordar los vínculos entre las zonas urbanas y las actividades rurales. Esto se ve reforzado por la convergencia de las actividades sectoriales y la superposición de instituciones con diferentes competencias. La mala gestión de las áreas periurbanas obstaculiza tanto el desarrollo rural, como el urbano.

Urzainki (1993), afirma que el rasgo específico del medio rural es la incapacidad intrínseca para poder dotarse por sí mismo de tales equipamientos. En consecuencia, plantea utilizar el concepto de lo rural como aquellas zonas que no participan fácilmente de los servicios y equipamientos que concentra la ciudad, es decir, zonas desprovistas de servicios de cierta complejidad y que además quedan aisladas o mal comunicadas con los centros de servicios.

Según el mismo autor, “los espacios rurales son ante todo, espacios funcionales y espacios comportamentales.”, que coexisten en los mismos diferentes elementos:

- Grupos humanos, integrados por la comunidad local y los no locales, más o menos cohesionados, identificados, o segregados entre sí, se diferencian (en parte) en base a su actividad.
- Actividades-funciones, entre las que pueden mencionarse, de abastecimiento, de alojamiento, de educación, de relaciones sociales, de esparcimiento, etc.
- Medio ambiente, de naturaleza triple: natural o físico, económico y social-cultural.

Existe además una visión del espacio rural que lo asume, no como un sistema aislado, independiente, que puede definirse por sí mismo, sino como parte de un sistema territorial en el que existe un modo particular de utilización del espacio y de desarrollo de la vida social, caracterizado por:

- una densidad relativamente baja de habitantes y de construcciones, lo que determina un predominio de los paisajes cultivados o naturales.
- un uso económico del suelo de predominio agropecuario, de viviendas dispersas; con la posible combinación de construcciones de tipo tradicional y moderno, de conservación, o de ocio y recreación.

En México, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), para definir y delimitar espacialmente las zonas urbanas y rurales se utiliza el concepto de marco geoestadístico, como sistema único y de carácter nacional para referenciar correctamente la información estadística de los censos y encuestas. Describen Áreas Geoestadísticas básicas (AGEBS), que realizan caracterizaciones físicas y culturales. Según fuente de datos del INEGI las categorías de zonas urbanas, rurales y periurbanas se definen como:

- Zona Urbana: Las áreas geoestadísticas básicas urbanas son áreas geográficas ocupadas por un conjunto de manzanas que generalmente va de 1 a 50, perfectamente delimitadas por calles, avenidas, andadores o cualquier otro rasgo de fácil identificación en

el terreno y cuyo uso del suelo sea principalmente habitacional, industrial, de servicios, comercial, etc.

- Zona Rural: Las áreas geoestadísticas rurales tienen extensión territorial variable y están caracterizadas por el uso del suelo de tipo agropecuario o forestal fundamentalmente.

- Zona Periurbana: franja urbano-rural como una transición entre las formas de vida rural y urbana. El espacio periurbano, (que comprende el espacio entre el urbano y rural), ha evolucionado mucho sobre todo tras los últimos modelos de crecimiento urbano emergentes y sigue en constantes cambios.

De acuerdo a la generalidad de los métodos revisados estos criterios se pudieran diferenciar en poblacional y funcional; cuantitativos o cualitativos respectivamente. Así, retomamos para la investigación los criterios funcionales para la delimitación de los espacios urbanos, periurbanos y rurales del área de estudio, por considerar que integran la diversidad de las variables que nos interesan tener en cuenta y porque los espacios no serán delimitados por zonas continuas que forman coronas alrededor del núcleo central urbano, sino que se formaran en función de los criterios establecidos para la investigación pues describen y se adaptan a los objetivos propuestos para la clasificación de la Zona Metropolitana por tipos de urbanización o centralidad urbana (ciudad consolidada, uso del suelo, infraestructuras y tipología de las unidades geoecológicas) y grado de transformación del paisaje antroponatural (modificaciones al paisaje, introducción de elementos antropogénicos).

- Zona Urbana (paisaje cultural): se limita con las unidades administrativas establecidas por el INEGI del Censo de 2010; las AGEBS como base, para ello se emplea el límite exterior del espacio que conforman las AGEBS para la ciudad de Morelia.

- Zona Rural (paisaje semi-natural): se establece en los núcleos de asentamientos rurales principales y su área de influencia, se tiene en cuenta la clasificación del INEGI del censo de 2010, para localidades rurales. Se evalúan las cualidades principales que describen el espacio rural en la literatura y lo anteriormente mencionado.

- Zona Periurbana (paisaje antro-po-natural): se retoma que está conformado por una franja, se selecciona un límite interior y un límite exterior. El *límite interior* se establece a partir de la propia limitación exterior de las AGEBS, es decir, el límite de la zona urbana. Por su parte el *límite exterior* se constituye por la limitación interna del espacio rural.

1.3.2. Zonificación, un método para delimitar el espacio geográfico

La zonificación, según su definición, consiste en la separación y segregación del territorio respecto de su entorno, donde se reconocen por una parte elementos que lo diferencian, y por otra, se actúa con el fin de aislarlos para un propósito particular. Por ejemplo si nos referimos a la caracterización urbanística de un espacio, la zonificación, es la práctica de dividir una ciudad o municipio en secciones reservados para usos específicos y coberturas terrestres, ya sean residenciales, comerciales e industriales, áreas verdes, infraestructura, etc., conforme a un análisis previo de sus aptitudes, características, cualidades e interacción con actividades antrópicas (Groppo, 1993).

La zonificación entonces es un proceso de división o parcelamiento, ya sea regular o irregular en un área determinada, define zonas individuales que poseen características propias y un grado relativamente alto de uniformidad interna en todos o en ciertos atributos esenciales para propósitos específicos y caracteriza “zonas”, lo que se realiza en función de la integración de múltiples variables que permiten la evaluación de sus aptitudes para su agrupamiento. La zonificación se consagró a través del tiempo como parte de los instrumentos urbanísticos factibles para la subdivisión, que desde el punto de vista de la regulación constructiva, fuese capaz de funcionar sobre un territorio previamente acotado, a partir del concepto de división en zonas, para potenciar las propiedades intrínsecas de los diferentes fragmentos resultantes.

De esta manera, la *Zonificación Geoecológica* es un proceso de clasificación del espacio basado en criterios naturales y sociales:

- Se sustenta en la identificación, definición y caracterización de áreas o zonas que corresponden a los distintos usos del suelo y la cobertura terrestre en un paisaje geográfico determinado.
- Tiene que ver con una multitud de variables del ambiente biológico, geográfico, físico y social, es decir, paisajístico.
- Las variables determinantes en la zonificación son aquellas que se generan sobre la base de factores propios del paisaje local de cada zona.

Por otra parte, Delgado (s/f) plantea que los estudios de Zonificación Ecológica y Económica, pueden ser realizados en tres niveles o escalas, de acuerdo con la dimensión, naturaleza y objetivos planteados: el nivel de macro-zonificación, el de meso-zonificación y el de micro-zonificación (zonificación a nivel local).

Entre estos niveles, la zonificación a nivel local se acerca a los propósitos de nuestra investigación:

- Se aplica a nivel local, con la delimitación de unidades espaciales del territorio a detalle, con criterios biofísicos, a nivel de atributos específicos del paisaje, criterios socioeconómicos, y un área de influencia de centros poblados o comunidades.
- Genera información sobre las potencialidades y limitaciones del territorio que sirva de base para la elaboración, aprobación y promoción de proyectos de desarrollo, planes de manejo en áreas y temas específicos en el ámbito local. Igualmente, contribuye al ordenamiento y/o acondicionamiento territorial, así como al plan de desarrollo urbano.
- Es detallado y está orientado a contribuir o definir los usos específicos en determinadas áreas donde se requiere de información más precisa.
- Se compila la cartografía a escala 1:25000, o incluso escalas mayores.

I.4. EVALUACIÓN DEL PAISAJE POR MEDIO DE INDICADORES AMBIENTALES

Los indicadores e índices ambientales son herramientas factibles para medir un fenómeno y abarcar todas las particularidades de los aspectos de la realidad que, por su importancia en el enfoque del estudio a realizar, deben ser tomados en cuenta. Los indicadores se elaboran para simplificar y cuantificar fenómenos complejos, de manera tal, que éstos puedan ser analizados en un contexto dado, y puedan ser comprendidos por diferentes grupos sociales. La elaboración de estos indicadores (simples) implica un proceso de agregación y síntesis en diferentes etapas, que combinan dos o más datos. Sobre la base del proceso de agregación se encuentran los datos que se obtienen a partir del monitoreo y compilación de los procesos analíticos; con ellos mediante una función matemática se elabora un índice o (indicador sintético); que permiten reducir un elevado volumen de datos a una cifra sintética (Escobar, 2006). De acuerdo a Pender *et al.* (2000), los índices son una herramienta cuantitativa que

simplifica a través de modelos matemáticos los atributos y pesos de múltiples variables, con la intención de proporcionar una explicación más amplia de un recurso o el atributo a evaluar y gestionar.

Este proceso de análisis y síntesis de datos para la construcción de un sistema de indicadores simples o los índices, demanda la mayor disponibilidad de información. Sin embargo, a pesar de que existe una gran cantidad de datos y estadísticas, no se utiliza toda la información disponible debido a la dificultad en el acceso a datos confiables y la falta de datos armonizados generados por diferentes metodologías y para diferentes objetivos, que conlleva a una duplicación de esfuerzos, y por tanto un uso limitado de estas herramientas en los procesos de toma de decisiones.

I.4.1 Indicadores a escala internacional

La elaboración de indicadores como guía de la generación de políticas, inicia en los años 40 cuando los indicadores económicos posibilitaron cuantificar lo necesario para determinar la mejor vía para el manejo de la economía, ocurre el auge en los años 60 con los temas de cambio social (Wong, 2006; Vidal y Franco, 2009). Hasta los años 80 en Canadá y algunos países europeos se desarrollaron indicadores ambientales (López y Rodríguez, 2009). Actualmente la aplicación de indicadores de tipo ambiental para cuantificar los impactos en el ambiente, resultado de las diversas problemáticas, es fundamental para contribuir al diseño e implementación de mejores políticas públicas.

A nivel internacional los indicadores ambientales son impulsados por el Comité de Política Ambiental, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), o la Política Nacional de Medioambiental (NEPA) en Estados Unidos, y con otras instancias como el Environment Canadá, la Oficina Central de Estadísticas de Noruega, la Agencia Sueca de Protección Ambiental y el Ministerio de Planificación Física y Medio Ambiental de los Países Bajos MMAE, (1996) y principalmente con los avances de la Cumbre de Río de 1992, donde se derivaron criterios para la creación y uso de los indicadores, con el propósito de medir los avances de la compatibilidad ambiental, social y económica. Existen diversos tipos de indicadores, ya que estos han sido elaborados con enfoques, metodologías, objetivos y escalas diferentes, que responden a una sola clasificación (Quiroga, 2001). De

acuerdo a lo planteado, los indicadores poseen el potencial de constituir importantes herramientas en la divulgación del trabajo académico y técnico, además facilita el acceso a esta información a los diferentes grupos de usuarios y transforman la información en posibles acciones, así como el desarrollo de herramientas accesibles a todo tipo de usuarios y el empleo de marcos de indicadores comunes que faciliten la formulación de estrategias para la planificación y formulación de políticas (CIAT, Banco Mundial, PNUMA, 2000). En general los indicadores ambientales son un instrumento que diferentes organismos a nivel global utilizan para comprender, en una forma explícita y sistemática, los cambios que se generan al tratar de compatibilizar los procesos ambientales, económicos y sociales que ocurren en un mismo espacio. Las investigaciones en torno a esta temática tienen como propósito diagnosticar, caracterizar o solucionar una problemática ambiental en diferentes campos de estudio. En este sentido los tomadores de decisión requieren de información precisa y confiable acerca del medio ambiente para dar respuestas al manejo y conservación de los recursos naturales.

I.4.2 El contexto nacional de los indicadores ambientales

En México, el desarrollo de indicadores ambientales se llevó a cabo por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y pesca, en colaboración con el Instituto Nacional de Ecología desde 1994, se considera el esquema de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) sobre Presión-Estado-Respuesta, (Quiroga, 2001). La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) que desarrolla un Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales el (SNIARN), que se encarga de recopilar, administrar y difundir esta información y que sea accesible al público, ver en (<http://www.semarnat.gob.mx/temas/estadisticas-ambientales>). Por su parte, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), aplica la normatividad en estadísticas e indicadores con estándares metodológicos internacionales, realiza además el desglose temático, categorías, variables y clasificaciones. Todas las fuentes de información están referenciadas a una base temporal periódica y espacial (localidad, municipal, estatal, metropolitana y nacional), ver en (<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/default.aspx>). Existen además varias instituciones académicas y de iniciativas propias que desarrollan la temática, pero no

necesariamente la información generada es integrada o coordinada, sino para responder a temas específicos y generalmente de escala local.

I.4.3 Indicadores e índices ambientales

De acuerdo a la literatura, en el aspecto económico los indicadores son los más utilizados a nivel internacional, por lo que han tenido una mayor difusión y aplicación histórica comparada con los indicadores sociales, y más aún sobre los ambientales. En las últimas décadas, los aspectos del ambiente y sus vinculaciones con los aspectos económicos y sociales, reciben cada vez más atención por parte de las autoridades nacionales e internacionales. De la misma manera se llevan a cabo importantes esfuerzos para diseñar e implementar indicadores que permitan medir y monitorear variables ambientales y su relación con los aspectos sociales y económicos.

En el campo ambiental se han elaborado indicadores para comprender, describir y analizar distintos componentes naturales como; el aire, los suelos y el agua, entre muchos otros. A pesar de que el uso de indicadores ambientales es extenso, no existe una definición única del concepto y éste varía de acuerdo a la institución y a los objetivos específicos que se persiguen. Entre las definiciones más conocidas se encuentra la que desarrolla la (OCDE), que desde hace varios años utiliza un conjunto de indicadores como información base para realizar evaluaciones periódicas del desempeño ambiental de los diferentes países que integran la organización. Según la OCDE, “un indicador ambiental es un parámetro o valor derivado de parámetros que proporciona información para describir el estado de un fenómeno, ambiente o área, con un significado que va más allá del directamente asociado con el valor del parámetro en sí mismo”.

Los indicadores ambientales se utilizan a nivel internacional, nacional, regional, estatal y local para servir como herramientas para informar sobre el estado del medio ambiente, evaluar el desempeño de políticas ambientales y comunicar los progresos en la búsqueda del desarrollo sustentable. No obstante, para que los indicadores cumplan con estas funciones es necesario que tengan ciertas características (OCDE, 1998).

Como resultado de la experiencia de las distintas etapas en el desarrollo de indicadores, se reconocen las tres primeras características mencionadas anteriormente como criterios

básicos. El primero se refiere a que deben proporcionar la suficiente información de las condiciones ambientales, presiones ambientales y respuestas, para entender claramente el fenómeno que se trata, de tal manera que las decisiones que se tomen estén sustentadas. El valor de los indicadores descansa precisamente en la premisa de que un mayor entendimiento de un fenómeno o proceso conduce a mejores decisiones. Cabe recordar que una de las justificaciones para el uso de indicadores señala que es imposible medir todo, por lo que resulta fundamental contar con la información más relevante. En temas complejos, como el ambiental, la elaboración y utilización de índices es muy común porque permiten una visión general de la situación del ambiente.

I.5. LA GEOTECNOLOGÍA EN LOS ESTUDIOS DEL PAISAJE

En las diferentes corrientes de estudio del paisaje, los logros alcanzados en la Geografía en torno al desarrollo teórico-metodológico para la ciencia del paisaje son significativos. Herramientas como la Teledetección y los Sistemas de Información Geográfica, que han posibilitado el estudio del paisaje con nuevos instrumentos metodológicos, aumentan las posibilidades de análisis para desarrollar este tipo de estudios. El pensamiento geográfico ha variado según las concepciones imperantes en cada momento histórico, ha cambiado sus orientaciones y sus basamentos filosóficos y metodológicos, todo ello acompañado de la generación de una gran cantidad de nuevos conceptos. Estos cambios van desde la descripción, al análisis e interpretaciones teóricas, hasta el empleo de modelos matemáticos y estadísticos, los que se enfrentan en la actualidad a una nueva realidad, el desarrollo tecnológico. La Geografía como campo de generación de conocimiento científico asume un proceso de transformación, que se orienta en tiempos recientes hacia el uso generalizado de la Geotecnología, donde el tratamiento y análisis de la información, se presentan desde una perspectiva alternativa. Estas nuevas pautas nos proponen una nueva forma de percibir el espacio, el tiempo, los paisajes, una nueva visión de la realidad social, proporcionada por los procedimientos informáticos y su relación recíproca con la Geografía (Buzai y Baxendale, 2006). El científico Buzai (2004), señala que esta geografía automatizada se basa en lo que se denomina Geotecnología, que en términos concretos podría definirse como;

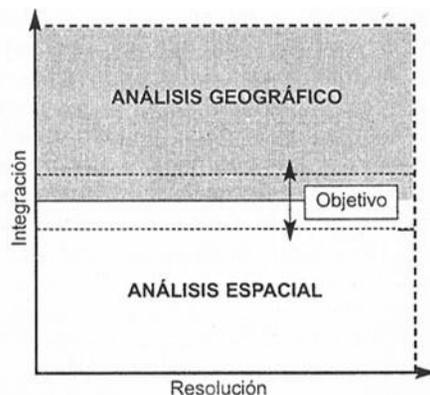
...“el conjunto de herramientas de análisis espacial que se basan en el tratamiento automático de datos a través de la computación”... También define el tratamiento de la información espacial en

forma automatizada como: ... “El punto clave de análisis que se enmarca en el tema del tratamiento de la información”... Una información que se presenta en el espacio geográfico a través de manifestaciones perceptibles y conceptualizadas en un doble aspecto: atributos como contenidos medibles y su geometría particular en cuanto son objetos materiales. El ingreso de estas condiciones al ambiente computacional permite la creación de bases de datos alfanuméricas y bases de datos gráficas respectivamente”... (Buzai, 1999: 51-52)

Buzai y Baxendale (2006) plantean; ... “La Geotecnología permite una valorización de la Geografía con un impacto en sus métodos; al circular la información en una sociedad global, donde las TIGs son empleadas no sólo dentro del campo especializado, sino en diversas áreas y actividades. La Geotecnología recibe creciente atención, de diferentes comunidades científicas que las llevan a cabo o las observan críticamente. Se trata de un contexto en curso, por lo que no hay posibilidades de plantear conclusiones al respecto. No obstante, no se debe dejar de señalar el extremo dinamismo que las mismas tienen, y la multiplicidad de temas a los que se aplican, lo que seguramente dará lugar a más desarrollos tanto metodológicos como teóricos, que contribuirán al avance del conocimiento en general”...

Según Buzai (2004) el análisis espacial cubre todos los niveles en el espacio de relaciones resolución-integración y en su interior el análisis geográfico se ubica en los mayores niveles de integración. El eje de resolución alude al nivel de detalle espacial que va desde lo general a lo particular y el eje de integración corresponde al nivel de combinación de variable en la búsqueda de resultados desde el análisis univariado hasta el análisis multivariado. Este límite entre los análisis espaciales y geográficos fluctúa de acuerdo al objetivo de cada investigación aplicada (figura 1.2).

Figura 1.2. Resolución-Integración entre análisis espacial y análisis geográfico.



Fuente: (tomado de “Análisis socioespacial con SIG”).

Como parte de la fase de inventario en las investigaciones del paisaje, los procedimientos de interpretación, clasificación y cartografía de las unidades que comprende el paisaje en un territorio, se encuentran en la fase de inventario (Quintela, 1996; Salinas, 1991). Este objetivo se logra mediante el estudio de los componentes naturales y antrópicos del paisaje y de la interrelación que entre ellos existe. Este planteamiento constituye desde el punto de vista práctico uno de los aspectos más complicados en cualquier estudio del paisaje.

A partir de factores como las dimensiones del territorio y su relación con la escala de trabajo y al propio comportamiento de los componentes naturales (principalmente del relieve, con su papel como redistribuidor de EMI), la importancia relativa de cada componente depende del objeto de estudio. Esta es una de las razones por las cuales se puede plantear que no existe una regla absoluta para confeccionar un mapa de paisajes, producto final de la fase de inventario y por ello tampoco existe una regla única que defina lo que se pueda hacer mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), (Quintela, 1996). De acuerdo a lo planteado anteriormente, el nivel de participación de los SIG consistirá en los siguientes pasos:

La generación y actualización de las variables que componen el paisaje natural; geología, suelos, vegetación y clima, además del mapa de uso de la tierra.

A partir del análisis de la información temática, topográfica y espacial se obtendrá un mapa preliminar de las unidades geoecológicas del paisaje, que deberá ser comprobado finalmente con el resultado del trabajo de campo.

Aunque se utilizan los SIG, el elemento subjetivo de la información y las superposiciones sucesivas de la misma, juegan un papel importante. Sobre la base de esta concepción general de la inserción de las herramientas de las Tecnología de la Información Geográfica, podemos sustentar la presente tesis en el uso de los SIG y el PDI como herramienta base para la obtención de algunas variables que se emplean para el cálculo de indicadores en el diagnóstico ambiental de las unidades geoecológicas que componen el paisaje en la Zona Metropolitana de Morelia y el análisis espacial.

RESUMEN DEL CAPÍTULO

Las ideas presentadas sobre los principales enfoques de la ciencia geográfica, los conceptos geográficos que sustentan la Geoecología del Paisaje, los conceptos técnicos de la Geotecnología utilizados para el tratamiento de la información, y las bases generales desde la perspectiva social, de los procesos de urbanización y su diferenciación en el espacio geográfico. La concepción científica general de la Geoecología de los Paisajes se presenta como una vía de gran eficiencia y flexibilidad, que posibilita investigar y profundizar en el estudio de los paisajes de una forma más compleja y completa, de gran utilidad para las medidas de ordenamiento y planificación ambiental.

CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN METODOLÓGICA: MÉTODOS Y MATERIALES

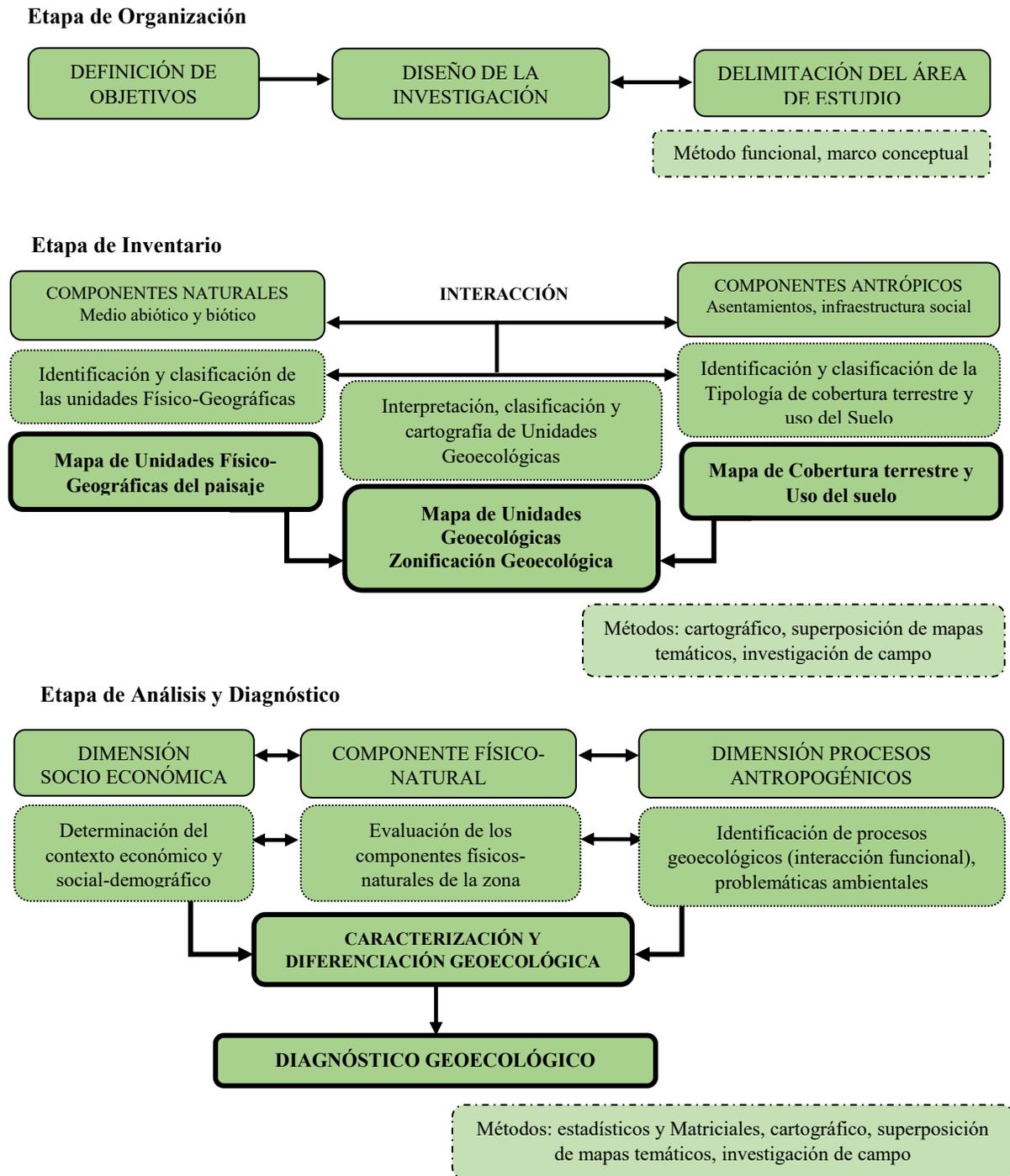
La presente investigación se desarrolla mediante varios procedimientos metodológicos, que en este capitulado se explican por cada una de las temáticas principales en el flujograma de investigación, mismas que responden a los objetivos planteados. En los estudios del paisaje, el Sistema de Información Geográfica (SIG) es una herramienta de gran utilidad porque permite realizar análisis cruzados de diversas variables con facilidad, relacionar considerables volúmenes de datos y referirlos a determinadas unidades territoriales o espaciales, como las administrativas y naturales, entre otras. A continuación, se describe el empleo de los SIG y todos los procedimientos metodológicos en la delimitación de los paisajes físico-geográficos y las unidades geoecológicas, se incluyen además los postulados iniciales para el uso y selección de indicadores e índices en la evaluación de la situación geoecológica.

ETAPA DE ORGANIZACIÓN

II.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Los procedimientos metodológicos que se realizaron en la investigación, responden a los objetivos planteados al inicio. Tal como se muestra en la figura 2.1, se requiere de tres etapas principales; organización, inventario y análisis y diagnóstico. Además se establece en cada uno de los métodos la escala de trabajo, ya que según Riesco *et al.* (2008), la escala en los estudios del paisaje es determinante, pues a través de esta medida de reducción el paisaje revela la forma, función, el contenido simbólico y la localización, al mismo tiempo que establece el tamaño marco y el nivel de detalle a abordar.

Figura 2.1. Flujograma de la investigación.



Fuente: Elaborado por el autor sobre la base Mateo *et al.*, 1984, Miravet *et al.*, 2014 y Quintela, 1996.

ETAPA DE INVENTARIO

II.2. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO PARA LA OBTENCIÓN DEL MAPA DE UNIDADES FÍSICO-GEOGRÁFICAS

El análisis de los paisajes físico-geográficos se realiza por medio de tres etapas metodológicas: revisión bibliográfica-cartográfica, levantamiento de campo y trabajo final de gabinete (Bollo y Hernández, 2008).

- *Revisión bibliográfica-cartográfica y compilación inicial de gabinete:* se recopila la información analógica y cartográfica (capas temáticas) existente para el área de estudio. Las capas temáticas son homogeneizadas en cuanto a proyección, escala e integridad de bases tabulares asociadas. También son actualizadas con imágenes SPOT6 (2014) en los casos necesarios. Sobre esta base se realiza la compilación de toda la información mediante el método deductivo, que culmina en la elaboración del Modelo Digital de Terreno (MDT) y posteriormente se elabora el Modelo Sombreado, con lo cual se obtiene la morfología del paisaje, es decir las mesoformas del relieve y los elementos que la componen. A continuación, se comienza con operaciones de superposición combinadas con otras técnicas del SIG como la superposición y selección de las variables de los componentes físico-geográficos del área. Se establecen las Localidades Físico-Geográficas, a partir de la determinación de la asociación de mesoformas del relieve y de sus principales peculiaridades geológicas, se identifican los tipos o asociaciones de suelos dominantes en cada una de ellas, así como el complejo de formas de uso y de vegetación, también predominantes. Al interior de las localidades se definen las Comarcas Físico-Geográficas, se consideran como base a las mesoformas del relieve, la composición litológica, las unidades de suelo, las formas de uso del suelo y vegetación dominante:

- *Levantamiento de campo:* a partir del mapa propuesto y el método inductivo, con recorridos de campo se complementa, verifica y rectifica dicho mapa, y se culmina, con la confrontación de la información generada con el modelo sombreado y la imagen satelital.

- *Trabajo final de gabinete:* se culmina con la descripción de los paisajes en la leyenda, es decir la edición final del mapa de paisajes.

Las capas temáticas son homogeneizadas en cuanto a proyección, escala e integridad de bases tabulares asociadas, y son actualizadas con imágenes SPOT6 (2014). Los Materiales que se utilizan para la obtención del mapa de Unidades Físico-Geográficas son:

- Modelo Sombreado del Terreno; a partir de curvas de nivel proporcionada por INEGI_datos del Lidar del terreno a 5 m.
- Mapa de Clima; base de datos proporcionada por INEGI a escala 1:250 000 del municipio de Morelia.
- Mapa Litológico; se elaboró a partir del mapa geológico del INEGI a escala 1:250 000 del municipio de Morelia.
- Mapa de Geología; base de datos proporcionada por INEGI a escala 1:250 000 del municipio de Morelia.
- Mapa de Disección vertical; se elaboró a partir de las curvas de nivel obtenidas a través del INEGI a escala 1:50 000.
- Mapa de Pendientes; base de datos proporcionada por INEGI a escala 1:100 000 del municipio de Morelia.
- Mapa de Vegetación-Cobertura Terrestre; serie V del 2012, base de datos proporcionada por INEGI a escala 1:100 000 del municipio de Morelia.

II.3. METODOLOGÍA PARA LA CLASIFICACIÓN Y CARTOGRAFÍA DE LAS UNIDADES GEOECOLÓGICAS

Se realiza el cruce de las unidades de paisajes físico-geográficos y la tipología de cobertura/uso de suelos, por medio de la superposición de los mapas resultantes de la cartografía de ambos temas. Se obtiene así, el mapa de unidades geoecológicas y su leyenda, la cual muestra la leyenda de las unidades geoecológicas mediante el método matricial, en la vertical de la matriz se presentan las comarcas de paisajes físico-geográficos y en la horizontal las clases y tipos de cobertura/uso del territorio. El procedimiento culmina con la compilación cartográfica de las unidades geoecológicas (UGs) en el área de estudio y recorridos de campo por todas las unidades geoecológicas, en los que se obtuvo información importante, lo que permite realizar una descripción de cada una de ellas.

Para elaborar la matriz, inicialmente se debe establecer la tipología de uso del suelo y la cobertura terrestre, para ello se emplea la imagen espacial SPOT6, en combinación de color

RGB; color natural o real. El procesamiento digital de las imágenes se fundamenta en procesos de segmentación e interpretación visual por las clases y subclases de cobertura terrestre en función de uso del suelo.

Tipología de las unidades en función del uso y la cobertura terrestre para el área de estudio

La definición de la taxonomía a utilizar en las clasificaciones tipológicas es fundamental en toda investigación. La *Tipología* es una forma de sistematización y clasificación, que se refiere al estudio de los tipos (el escalón básico del sistema de unidades taxonómicas de las tipologías) en diferentes campos u objetos de estudio, para ordenar diversos elementos en función de variados criterios, lo cual permite identificar y resumir rasgos comunes de los elementos a clasificar.

La clasificación de los espacios terrestres según su capacidad de *uso*, es un ordenamiento constante de carácter práctico e interpretativo, basado en la aptitud natural que presenta el suelo para producir constantemente, bajo tratamiento continuo y usos específicos. Por otra parte, el concepto de cobertura terrestre implica una valoración de cantidad de superficie terrestre, a diferencia de la cubierta, que es un concepto solamente cualitativo. Es por ello que la *cobertura* terrestre se define como la cubierta (bio) física observada sobre la superficie de la tierra FAO, (2005). Este último concepto establece el vínculo estrecho que existe entre cobertura y cubierta, lo cual justifica que en áreas donde la superficie terrestre consiste en roca o suelo desnudo, se describe más a la tierra misma que a la cobertura correspondiente, no obstante, en la práctica usualmente se incluye en la clasificación de cobertura terrestre, sobre la base de considerar la roca o el suelo en sí mismo forman parte de la cubierta (bio) física de la superficie terrestre INEGI, (2009). El diseño de la tipología de los usos del suelo y coberturas terrestres, requiere una clasificación estandarizada de los espacios que permita la integración de la tipificación de estos en una misma tipología. Por tanto, conceptualmente, hay que diferenciar entre los términos de cobertura terrestre y uso del suelo (INEGI, 2009):

La *Cobertura terrestre*: se refiere al aspecto morfológico y tangible del suelo, comprende todos elementos que hacen parte del recubrimiento de la superficie terrestre, de origen natural o cultural que estén presentes.

El *Uso del suelo*: se refiere a las funciones que se desarrollan sobre las cubiertas, es la calificación de todas las actividades realizadas por el hombre sobre la cobertura terrestre, de forma parcial o permanente, con la intención de cambiarla o mantenerla, para obtener un producto o beneficio.

En resumen, se puede afirmar que la misma cobertura terrestre puede soportar diferentes usos y un mismo uso puede desarrollarse sobre diferentes coberturas terrestres. Existen diferentes tipos de cobertura las cuales se agrupan en diferentes niveles jerárquicos de acuerdo a sus características morfológicas. Las leyendas jerárquicas tienen una estructura interna de niveles, donde cada nivel inferior representa una clase o subclase de nivel superior con el que comparte todas sus propiedades generales. Por lo que la tipología de la cobertura terrestre y uso del suelo es un sistema complejo multivariable, que además es dependiente de la escala de trabajo ya que esta define el nivel inferior que podemos establecer.

El paisaje también permite un acercamiento multiescalar, donde el predominio de un componente varía según el grado de detalle que se establezca. De esta manera se han establecido tres niveles jerárquicos que, al responder una doble función de orden y clasificación, son también taxonómicos (López y López, 1985). El primer rango taxonómico se refiere a las clases de carácter general que son excluyentes entre sí, y a su interior le siguen subclases y tipos con mayor detalle, que mantienen un sentido interno, debido a los rangos taxonómicos, que las clasifican y las jerarquizan. Por lo tanto, se establece la relación entre clases del paisaje, rangos taxonómicos, y escala de trabajo. A partir de estos criterios, las *clases* se delimitan por la función general, los elementos naturales y/o la estructura constructiva que predomina en el espacio. Las subclases responden a la estructura constructiva. Los *tipos* se determinan por el uso o función principal. La nomenclatura que se emplea para la tipificación simboliza con números romanos las clases, en el caso de las subclases se codifica con una letra minúscula por orden alfabético y para los tipos se representa mediante un número arábigo consecutivo.

Para la interpretación, clasificación y delimitación de las unidades básicas de análisis de la cobertura y el uso del suelo, se deben utilizar criterios que permitan definir las escalas de representación cartográfica para estas temáticas. Se debe encontrar el tamaño de píxel adecuado, que cumpla una escala de salida cartográfica, y que además permita generar una cartografía temática con un área mínima cartografiable. El principio del área mínima

cartografiable (AMC) permite lograr coherencia en la representación espacial y eficiencia en la lectura y utilidad del mapa de salida, lo que indica que a partir de determinada área espacial, los polígonos deben ser generalizados (Salichtchev, 1979). A nivel internacional el AMC más empleada es de 5 x 5 mm y en México se ha usado de manera indistinta de 2 x 2 mm, a 6 x 6 mm para la delimitación de cobertura y uso del suelo. En esta investigación, se toma en cuenta además otro factor importante: la resolución espacial de la imagen que define la unidad mínima interpretable (UMI). De acuerdo a los criterios de Bosque (1997), en una imagen digital para establecer la UMI se debe tener en cuenta que la longitud del pixel debe ser la mitad de la longitud más pequeña que sea necesario representar.

A partir de este análisis, en el área de estudio y la imagen espacial, se establecen los criterios que se emplean para realizar la clasificación, de la cobertura terrestre y el uso del suelo en el territorio de estudio, los cuales se muestran en el siguiente (cuadro 2.1).

Cuadro 2.1. Área mínima cartografiable y escala de salida del mapa.

Imagen Satelital	Resolución espacial (m)	Área Mínima Cartografiable (4 x 4 mm), (m²/km²)	Escala de salida
SPOT6	1,5	6 400/0.0064	1: 20 000

Fuente: Elaboración propia a partir de (Salichtchev 1979) y (Bosque 1997).

En México existen sistemas y guías de clasificación del uso y cobertura del suelo, elaboradas por instituciones que se dedican a la temática, como (INEGI, 2009) y (CONABIO, 1999) por citar algunos. En estos marcos de referencia, cada uno de los diferentes sistemas de clasificación, responde a necesidades y escalas específicas de representación y no consideran la diversidad de clases de la cobertura de la tierra, siendo enfocados principalmente a representar los diferentes tipos de vegetación como cobertura. Por consiguiente, los criterios que establecen estas instituciones para definir la clasificación y los clasificadores dependen de su objeto de estudio y la escala cartográfica. La información nacional de Uso del Suelo y Vegetación elaborada por el INEGI a escala 1:250 000, cuenta con cinco informes denominados: Serie I (SI), elaborada entre 1979 y 1991 Serie II (SII), entre 1993 y 1999, Serie III (SIII), entre 2000 y 2002, Serie IV para el 2008) y Serie V entre 2011 y 2013, los métodos utilizados para la generación de los mapas fueron principalmente la interpretación

visual de fotografías aéreas e imágenes de satélite Landsat. Por otro lado, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha elaborado variados informes de uso del suelo y vegetación de carácter nacional y regional fundamentalmente, de acuerdo a las áreas de interés de su objeto de estudio (la vegetación), por ello la escala cartográfica es variable en los distintos análisis, sin establecer una guía de clasificación para cada escala de trabajo. Los métodos empleados han utilizado como base de la información los mapas del INEGI y han incorporado imágenes satelitales de mayor resolución espacial, así como el método de clasificación digital.

Selección y descripción de cada clase, subclase y tipo de cobertura terrestre para su interpretación en la imagen

Esta tipología permite establecer las estructuras antropogénicas del territorio, las cuales, al superponerse a los paisajes, permiten la identificación de las unidades geoecológicas del territorio de estudio y además delimita las coberturas terrestres referentes la vegetación, cuerpos de agua y suelos:

Clases:

- I. HABITACIONAL: Ia, Ib, Ic
- II. INFRAESTRUCTURA_ EQUIPAMIENTO
- III. VEGETACIÓN
- IV. ÁREAS CULTIVADAS
- V. SUELO DEGRADADO
- VI. COBERTURA HÍDRICA

Descripción de las clases:

- I. HABITACIONAL: espacio que corresponde al sector urbanizado, tanto de la cabecera municipal como de los centros poblados de la periferia y el área rural. Considera las construcciones compactas de carácter habitacional en zona urbana y periurbana, rodeada de infraestructura vial y servicios, y las construcciones dispersas con fines habitacionales, con presencia de jardín y predios, también se encuentran dispersos los servicios.

Ia- Tipología de subclases referida a la ocupación de viviendas en zonas urbanizadas y en las de transición periurbanas. Se caracterizan por tener construcciones modernas, rodeadas de múltiples servicios, con infraestructura vial establecida.

Ib- Tipología de subclases que corresponde a los asentamientos humanos que se agrupan en el área rural, en poblados establecidos o a lo largo de los viales principales, viviendas aisladas en haciendas o predios privados. También se involucran algunas construcciones que prestan servicios como escuelas y centros de salud, entre otros.

Ic- Tipología de subclases que incluye el espacio que contiene las dos zonas anteriores; urbana-periurbana y rural.

- II. INFRAESTRUCTURA-EQUIPAMIENTO: se refiere a las construcciones destinadas a la prestación de servicios con funciones urbanas y rurales, necesarias para complementar las actividades, residenciales, de ocio y productivas, incluyendo las interrelaciones y actividades anexas que se generan a partir de ellas. Por ejemplo: Instalaciones de diversos fines, Centros Comerciales, Restaurantes, Centros de Servicio, Templos, Recreativos-Deportivos, Bancos, Institutos, Universidades, Escuelas, Hospitales, Oficinas, Clubes Sociales, etc. La infraestructura se refiere además, no sólo a las edificaciones o instalaciones, sino también a las redes o trazados destinados al transporte, energético y sanitario, como pozos o plantas de tratamiento, industrias e instalaciones de impacto similar al industrial, tales como grandes depósitos, talleres, subestaciones eléctricas o bodegas industriales.

- III. VEGETACIÓN: referida al conjunto de especies vegetales que habitan una región, de acuerdo al Sistema de Clasificación de la Vegetación del INEGI. Abarca el bosque natural caracterizado por su heterogeneidad y su diversidad estructural, con alturas que oscilan entre 2 y 30 m, que se distribuyen desde formas compactas a pequeñas comunidades arbustivas. También se refiere a los matorrales y pastizales que implica la vegetación de gramíneas o graminoides combinado con vegetación arbustiva de densidad y altura variable.

- IV. ÁREA CULTIVADA: comprende a toda forma de agricultura primordialmente, aquí se incluyen los diferentes sistemas manejados por el hombre y que constituyen una cubierta de vegetación modificada por el mismo. Comprende áreas de cultivos permanentes, transitorios y misceláneos o especializados.

- V. SUELO DEGRADADO: esta cobertura se relaciona con aquellos suelos que han experimentado procesos de degradación y/o deterioro, bien sea de origen natural (deslaves) o antrópico (con fines de extracción o recuperación).
- VI. COBERTURA HÍDRICA: se refiere a todos los cuerpos de agua existentes en el área ya sean de carácter artificial o natural.

Al interior de las clases y las subclases de cobertura, se determinaron los tipos, siguiendo el criterio de las características funcionales y los posibles usos, se describen por temática cada uno para su interpretación en la imagen, ([ver Anexo 2.1 en Archivo Digital Word](#)):

Tipos:

- HABITACIONAL

Ia. _I-a1 Habitacional continuo denso, I-a2 Habitacional continuo medio denso, I-a3 Habitacional discontinuo de baja densidad, I-a4 Habitacional discontinuo aislado, I-a5 Habitacional edificaciones, I-a6 Casco Histórico

Ib. _I-b1 Viviendas discontinuas en bloques, I-b2 Viviendas discontinuas dispersas, I-b3 Viviendas Aisladas

Ic. _I-c1 Viviendas Irregulares de materiales temporales de tipo irregular

- II. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO

(Construcciones varias en ámbito urbano periurbano o rural, compactas o dispersas)

II-1 Instalaciones Recreativas, II-2 Instalaciones Deportivas, II-3 Instalaciones Comerciales, II-4 Instalaciones Educativas, II-5 Instalaciones Industriales, II-6 Instalaciones Almacenamiento, II-7 Instalaciones Varias, II-8 Instalaciones Productivas, II-9 Instalaciones Panteón, II-10 Instalaciones de Aserraderos y ladrilleras

- III. VEGETACIÓN

III-1 Vegetación densa, III-2 Vegetación baja densidad, III-3 Vegetación árboles aislados y zonas de pastos, III-4 Matorral baja densidad, III-5 Pastizal

- IV. ÁREA CULTIVADA

IV-1 Cultivos compactos densos, IV-2 Cultivos dispersos, IV-3 Cultivos dispersos con matorrales o pastizales

- V. SUELO DEGRADADO

V-1 Suelo desnudo (baldíos), V-2 Suelo desnudo y matorrales aislados, V-3 Banco de Materiales, V-4 Depósitos de residuos (compilación de desechos industriales o domésticos)

- VI. COBERTURA HÍDRICA

VI-1 Cuerpos de agua, VI-2 Cañada, VI-3 Canal

Patrones espaciales de interpretación visual

Un patrón de interpretación espacial se refiere a la distribución espacial de los objetos (tanto naturales como construidos), específicamente a la repetición de las formas, tonos, texturas dentro de un espacio determinado, observados a partir de una imagen espacial que además permite su localización, identificación y diferenciación (Mantilla, 2008). Un álbum de patrones, constituye una herramienta de apoyo a la clasificación en gabinete, se confecciona una relación selectiva de patrones de interpretación para los elementos tanto de cobertura como de ocupación.

La selección de los patrones de interpretación se elabora a partir de la imagen espacial del SPOT6 de alta resolución del 2014, en combinación de bandas de color natural, y mediante la fotointerpretación visual, se clasifican las unidades del paisaje en función del uso y cobertura del terrestre en el área de estudio. En la descripción de los patrones de interpretación se expone una breve descripción del área, en relación con los criterios visuales de fotointerpretación, lo que posteriormente debe ser corroborado con la foto que se toma en el campo y la descripción del componente natural y social correspondiente. La relación de patrones seleccionados a partir de la imagen SPOT6_color natural, *Pansharpening_1,5 m* de resolución, ([ver ficha técnica en Anexo 2.2 en Archivo Digital Word](#)).

II.3.1. Caracterización de las unidades geocológicas

La caracterización, es el proceso por el cual identificamos y describimos un área en específico, lo que generalmente conlleva a una distribución con procesos y apariencia similar. Cuando se caracteriza un paisaje o unidad de paisaje se busca abarcar su totalidad, por sus significados y sus manifestaciones en la estructura, funcionamiento y dinámica. Se pretende

explicar la identidad de un paisaje, sus cualidades, la manera en que se ha configurado. Su conocimiento y análisis posibilita la evaluación del estado o situación geocológica del paisaje, de manera integral.

La caracterización, tiene como objetivo general, la obtención de información detallada de las unidades geocológicas. Consiste en una descripción, que nos permita un tratamiento integrado de la información que se dispone, que al mismo tiempo es resultado de la información compilada en los inventarios de campo, fotografías tomadas en cada punto de recolección de los datos y proveniente de fuentes oficiales como las AGEBS que establece el INEGI, referente a elementos naturales y sociales del territorio. La etapa de caracterización, se abordó a través de cuatro niveles de procedimiento.

Propuesta metodológica para la caracterización de las unidades geocológicas

- La metodología parte de la necesidad, en primer lugar, de una minuciosa obtención de información, de su análisis y de la comprensión de las dinámicas e interrelaciones entre los componentes que dan lugar a las distintas unidades. En este sentido, es necesario consultar bibliografía variada que se incorpora al banco de datos organizado para la tesis; especialmente aquella bibliografía que nos describe las interrelaciones entre los procesos históricos, culturales y socioeconómicos en el territorio, y que muestra las características del medio biofísico. También son de gran apoyo informes técnicos de estudios realizados en el territorio, pero sobre todo, información cartográfica diversa, siendo especialmente útil, la digital, pues permite el cruce de capas y la consecuente obtención de información territorial, relevante para la caracterización del paisaje.

- El segundo paso, llevado a cabo en este proceso de caracterización, es la obtención de información in situ, mediante trabajo de campo, lo que permite alcanzar una mejor comprensión de los procesos configuradores de las unidades de paisaje, así como de los elementos que expresan la identidad de las mismas. La ventaja de incorporar en la metodología de caracterización al trabajo de campo, radica en que nos permite identificar elementos y dinámicas no perceptibles en el gabinete y a corregir defectos de esta etapa (gabinete). Además, nos ayuda a componer una imagen de los rasgos estéticos y cualidades perceptuales de las unidades.

La estrategia seguida al momento de efectuar el trabajo de campo, se basa en la previa localización sobre la imagen espacial de todas las unidades geocológicas. El recorrido al campo se planifica a partir de estas unidades con el objetivo de localizar al menos un punto en cada una de ellas para completar las fichas técnicas, y se toman al menos dos fotografías de cada unidad de paisaje, las cuales son codificadas e incorporadas al banco de datos. Las fotografías resultan de gran ayuda no sólo en la caracterización, sino también en otras fases de la sistemática, ya que nos muestran los rasgos esenciales de cada unidad de paisaje.

- El tercer paso en la caracterización, es la recogida de información procedente de las entrevistas con expertos. Dicha información es crucial, tanto para la caracterización, como para las fases de evaluación de los paisajes y de determinación de objetivos de calidad y medidas de actuación. La indagación acerca de cómo se relacionan los ciudadanos con el lugar en el que viven y de cómo perciben su paisaje, aporta un mayor conocimiento a los técnicos e incrementa las posibilidades de éxito en la toma de decisiones espaciales. Para esta fase, se emplea la información aportada por agentes conocedores del territorio, a través de la técnica denominada entrevista a expertos. Entendemos por expertos a aquellas personas que, por distintos motivos (profesión, estudios, pertenencia a algún colectivo etc.), cuentan con un interesante conocimiento parcial o total, de la zona de estudio. Se valora la disponibilidad de recursos y de tiempo, siendo conscientes de lo oportuno de incrementar el número de entrevistados.

- Finalmente, el cuarto proceso del método de caracterización consistirá en el tratamiento de la información compilada y en la confección de documentos y materiales de síntesis, los cuales nos permiten alcanzar una mejor comprensión de los procesos y dinámicas territoriales y de sus unidades de paisajes resultantes. De este modo, se presentará inicialmente un trazado espacial a partir de la imagen de las unidades geocológicas y posteriormente se enlazará el resultado con la base de datos o atributos, elaborada con la información recogida en campo, para conformar, a modo de memoria o informe geográfico, las fichas de las áreas paisajísticas y de las unidades de inventario y control y la posibilidad de elaborar una multimedia para exponer de la manera más interactiva y coherente toda la información.

Procedimiento para la zonificación de las unidades geocológicas del ambiente urbano, periurbano y rural

La metodología utilizada para la zonificación de las unidades geocológicas, parte de considerar el ambiente urbano de la ciudad (paisaje cultural) y sus influencias con la periferia y los asentamientos rurales próximos. Se analiza el comportamiento espacial de las UGs identificadas, con el objetivo de interpretar cual es el patrón que describen en el área y las interrelaciones entre las cobertura terrestre y uso del suelo que conforman estos espacios; para ello tendremos en cuenta los criterios que se asumen para conceptualizar los espacios urbanos, periurbanos y rurales antes descritos en el capítulo teórico - conceptual. Los resultados esperados de este procedimiento son obtener la delimitación espacial del espacio urbano, periurbano y rural en el área de estudio y con ello mejorar la caracterización de las unidades geocológicas que serán empleadas como base espacial para la evaluación ambiental del área de estudio.

Luego de analizar espacialmente cada una de las clases establecidas en la tipología de la cobertura y el uso del suelo, se superponen a continuación las capas de las dos primeras clases, Habitacional e Infraestructura con las unidades geocológicas, para definir, por medio de los límites de las unidades geocológicas que integran estos agrupamientos, el límite entre la zona urbana y la zona periurbana del territorio. En el paso siguiente, se superponen los escenarios de Vegetación y Áreas cultivadas para definir, a partir de los límites de las unidades geocológicas que conforman los agrupamientos de estos escenarios, los límites entre las zonas periurbana y rural del área de estudio. Todo ello por medio del ambiente SIG. De tal manera, el análisis espacial de las UG en el área total de estudio nos permite establecer la zonificación geocológica del área Metropolitana (Martínez y Bollo, 2017).

Para conocer si los espacios delimitados en las Zonas Urbana, Periurbana y Rural cumplen con las características definidas para las mismas, se tienen en cuenta los criterios definidos para cada uno de estos espacios. Se realiza además una descripción de las unidades geocológicas que integran cada zona, descripción que se compara con los criterios que definen a dichas áreas, expuestos anteriormente.

ETAPA DE ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO

II.4. DIAGNÓSTICO GEOECOLÓGICO DEL PAISAJE EN LA ZONA METROPOLITANA DE MORELIA

La evaluación de la última fase de la investigación se sustenta bajo el enfoque sistémico del análisis multicriterio. La clasificación multivariada del espacio geográfico genera como resultado una diferenciación areal en torno a la combinación de una gran cantidad de variables, las cuáles se consideran relevantes para llegar a la definición de unidades espaciales diferenciadas claramente mediante su configuración espacial, producto de la alta homogeneidad interna relativa y, por el contrario, de la heterogeneidad con respecto a las demás unidades espaciales o áreas geográficas (Buzai 2003, 2014). En este aspecto, el análisis multivariado con fines clasificatorios puede aplicarse desde dos perspectivas: la primera, centrada en la clasificación de las variables, para lograr macrovariables o componentes de la problemática en cuestión; la segunda, centrada en la correlación de unidades espaciales, para la obtención de áreas o regiones geográficas (Buzai y Baxendale, 2006; Sánchez, 2007). Ambas posibilidades analíticas parten del cálculo de distancias multivariadas, a partir del cual queda expresado el grado de asociación entre la totalidad de variables o de unidades espaciales. El resultado final de la clasificación multivariada es la construcción de áreas homogéneas, como modelo espacial, que evidencia las heterogeneidades espaciales internas del área de estudio, siendo una representación simplificada de la realidad que expresa sus características más significativas.

Entre los métodos de análisis multivariado más comunes podemos mencionar el método del Valor Índice Medio, el Análisis Linkage, Análisis Clúster y el Análisis Factorial. (Humacata, 2014: 9). Para la presente investigación aplicaremos el método del Valor del Índice Medio. Esta metodología forma parte de los métodos de clasificación alternativos, se le nombra “Metodología del Valor del Índice Medio”, porque se define en la obtención de un índice capaz de reflejar las condiciones generales de cada una de las macrovariables evaluadas, sobre la medición del comportamiento del conjunto de las indicadores e índices que los caracterizan, y con ello lograr una clasificación y jerarquización de un conjunto de casos. Para ello, se utilizan los resultados del cálculo de los dos índices sintéticos tratados como macrovariables. Se debe tener en cuenta que esta metodología alcanza su mejor aplicación cuando está enfocada a determinar los casos, dentro de un conjunto de unidades territoriales,

que tienen mayor semejanza entre sí como para conformar subconjuntos particulares; derivando tal semejanza a partir de la similaridad (homogeneidad) que existe entre el valor de las variables de esas unidades territoriales, de esa manera se evalúan las macrovariables de conjunto mediante un tratamiento matemático de relativa complejidad (García de León 1989, 1997). Los dos índices sintéticos, como hemos explicado son:

- el referido al espacio donde transcurre el desarrollo urbano; el índice sintético de condiciones socio-habitacionales, se relaciona al hombre y sus necesidades de crecimiento; con indicadores demográficos, sociales, económicos y habitacionales.

- el índice relacionado con el hombre y su capacidad de transformar el espacio geográfico; el índice sintético de degradación del medio físico-geográfico, con indicadores de la degradación de los componentes naturales y de las modificaciones antropogénicas, que reúne indicadores que tipifican las consecuencias en el entorno urbano de la actividad antrópica.

Cada una de estas macrovariables agrupa una serie de índices e indicadores que representan en su contexto diferentes problemáticas del territorio, y que cuando se integran en una matriz, demuestran cómo su impacto no se produce de manera aislada sino que se combinan para obtener de forma simultánea diferentes categorías de la situación geoecológica del paisaje urbano.

El empleo de la metodología consta de cinco fases con sus respectivas actividades, la primera de ellas consiste en crear la base de datos digital, conformada por datos geográficos, es decir espaciales y atributos o temáticos. Para esto, previamente, se realiza una selección de variables e indicadores.

Para el cálculo del objetivo final, el Diagnóstico Geoecológico de la ZMM, se inicia el mismo proceso metodológico con los valores obtenidos de cada uno de los índices sintéticos, cabe señalar que en este procesamiento no es necesario realizar un análisis de correlación debido a que por su definición, estos índices o macrovariables, explican dimensiones diferentes del área de estudio:

La segunda fase de la investigación y primera del método mencionado, consistió en construir una matriz de datos estandarizados (MDZ), a partir de la matriz de datos iniciales (MDI); para esto se obtiene el puntaje estándar calculando la sumatoria \sum , el promedio χ y el desvío estándar σ , de cada variable en cada columna. Luego se obtiene el puntaje “z” para cada una de las mediciones individuales de acuerdo a la fórmula:

$$Z = \frac{Xi - X}{\sigma}$$

Con este cálculo cada dato original se transforma en un puntaje que se desvía en valores positivos y negativos respecto de $\chi = 0$, siendo $\sigma = 1$. Como indica Buzai (2003), este proceso permite derivar representaciones cartográficas (mapas) perfectamente comparables, uno para cada variable. Como parte de la tercera fase se clasifican los resultados obtenidos por el puntaje “z” en la Matriz de Datos Estandarizados (MDZ) de acuerdo a los intervalos presentados en cuadro 2.2, posteriormente con dicha clasificación se genera la salida cartográfica de los resultados.

Cuadro 2.2. Intervalos para matriz de calificación y mapas temáticos.

Valor estandarizado (Puntaje z)	Calificaciones del indicador	Indicador Categoría
< -1	1	Muy inferior a la media
Entre -1 y -0.50	2	Inferior a la media
Entre -0.50 y 0	3	Inferior cercano a la media
Entre 0 y 0.50	4	Superior cercano a la media
Entre 0.50 y 1	5	Superior a la media
> 1	6	Muy superior a la media

Fuente: García De León, 1989.

La cuarta fase, consiste en efectuar el cálculo del Valor de Índice Medio (VIM) para cada unidad geoeológica sumando en el sentido de las filas la totalidad de las calificaciones (c) obtenidas y dividir el resultado por la cantidad de variables utilizadas (n), como se muestra a continuación:

$$VIM = \frac{\sum c}{n}$$

Por último, la quinta fase, se clasifican las unidades geoeológicas sobre la base de cinco intervalos para realizar la cartografía síntesis (tipificación), con cinco categorías: dos rangos de valores superiores a la media del conjunto; uno cercano a la media y dos rangos de valores inferiores a la media del conjunto, este procedimiento se puede realizar mediante los métodos de clasificación del SIG; Desviación Estándar y Cortes naturales.

A partir de la evaluación de la intensidad de los cambios en el sustrato natural y el grado de naturalidad en niveles hemeróbicos del geosistema, resultado de los procesos geocológicos o degradación, ver cap. I epígrafe I.2, se describen las categorías del Diagnóstico Geocológico: *Situación Transformación leve, Situación Transformación Media, Situación Transformación Extensiva, Situación Muy Transformado y Situación Transformación Extrema*, las cuales sintetizan la calidad geocológica del geosistema a través del modelo de los subsistemas físico-natural y económico – social mediante el análisis del grado de hemerobia (grado de transformación del paisaje), en las unidades geocológicas:

- **Unidades geocológicas en Situación de Transformación Leve:** se consideran aquellas que cumplen sus funciones naturales y seminaturales. No presentan cambios en su estructura o en el sustrato. Conservan sus potencialidades originales, sin degradación aparente de sus componentes, de esta manera se mantiene su estructura y la dinámica funcional que posibilita equilibrar el nivel y calidad de vida de la población. Ello se conoce como grado de hemerobia; Oligohemeróbico, paisajes semi-naturales con muy poca interferencia antrópica, por ejemplo campos de cobertura vegetal natural modificada (intervenidas por el hombre): Bosque de Pino secundario.

- **Unidades geocológicas en Situación Transformación Media:** Aquellas que cumplen sus funciones naturales y socioeconómicas, pero presentan evidencias de pérdida de sus potencialidades naturales y degradación de alguno de sus componentes, manteniendo su estructura y funcionamiento sin afectar el nivel y calidad de vida de la población. De acuerdo a los grados de hemerobia; Mesohemeróbico, paisajes naturales-inducidos (intervenidos por el hombre), paisajes antrópicos, como por ejemplo: Bosque cultivado plantación forestal permanente.

- **Unidades geocológicas en Situación Transformación Extensiva:** Los que comienzan a dejar de cumplir funciones socioeconómicas, con pérdida evidente de sus potencialidades naturales y presencia de procesos de degradación medios en varios componentes, con amenaza a la estabilidad de la estructura y funcionamiento, pero se reconocen procesos y mecanismos de retroalimentación y autorregulación en sus dimensiones temporales y espaciales. Comienzan a existir afectaciones a la calidad y el nivel de vida de la población. De acuerdo a los grados de hemerobia; Euhemeróbico, son

paisajes agrícolas, como por ejemplo: campos de cultivos agrícolas o áreas semiurbanizadas (zonas donde coexiste infraestructura urbana y áreas verdes o pastizales).

- **Unidades geocológicas en Situación Muy Transformado:** Aquellas que dejan de cumplir funciones socioeconómicas, con pérdida intensa de sus potencialidades naturales y presencia de procesos de degradación altos, con pérdida de estabilidad de la estructura y funcionamiento, pero susceptibles a controlarse dentro de ciertos márgenes mediante los mecanismos de la regulación antropogénica, trae consigo afectaciones a la calidad y el nivel de vida de la población. De acuerdo a los grados de hemerobia; Polihemeróbico, semi-cultural, por ejemplo: paisajes parcialmente urbanizados, construidos.

- **Unidades geocológicas en Situación Transformación Extrema:** Aquellos que han dejado de cumplir sus funciones naturales a partir de la gestión y transformación por el sistema social. Presencia de intensos procesos de degradación de los componentes naturales, alteración del funcionamiento y mecanismos de autorregulación del paisaje, por lo que se puede incrementar la inestabilidad en la calidad y el nivel de vida de la población, lo que depende totalmente de los mecanismos de la regulación antropogénica. De acuerdo a los grados de hemerobia; Metahemeróbico, paisajes culturales, por ejemplo; paisajes culturales, completamente urbanizados, infraestructura y equipamiento, habitacional.

II.5. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES, INDICADORES E ÍNDICES

A partir de lo planteado y con las consideraciones de Palacio *et al.* (2004); para realizar un Diagnóstico Ambiental (Geoecológico) se debe tener en cuenta la caracterización del estado de los recursos, la población y la economía y, por tanto, del territorio donde éstos tienen su expresión. El mismo autor emplea para el ordenamiento territorial los siguientes requisitos generales para la definición de indicadores e índices:

- Pueden ser representados cartográficamente.
- Se basan en metodologías sencillas.
- Para su obtención, existen fuentes de datos accesibles y confiables.
- Pueden actualizarse periódicamente con fines de monitoreo.
- Permiten establecer tendencias.

Criterios para la selección de los indicadores

La selección de los indicadores es una acción principal dentro del proceso, en primera instancia de la evaluación de datos que deben ser de alta calidad, confiables, tener una escala temporal y espacial apropiada. Según Rennings (1997) los principales pasos de los procesos de definición de los indicadores son: identificar los elementos principales del capital natural y de sus funciones económicas, luego seleccionar los más importantes elementos que se encuentren en peligro, posteriormente construir indicadores que reflejen la condición actual del ambiente con relación a los estándares sustentables.

- Herramientas analíticas para determinar los indicadores

Entre las herramientas analíticas que se emplean en la determinación y evaluación de los indicadores ambientales existen los métodos siguientes: análisis, síntesis y agregación. Estos procedimientos deben posibilitar la exploración de la dinámica y del impacto de las políticas, acciones y estrategias orientadas al desarrollo y la identificación y análisis de las relaciones causa-efecto. A nivel internacional se emplean dos tipos de herramientas útiles para el análisis y la visualización de los resultados estadísticos: los modelos de medición de sistemas ambientales y una interfase de Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permita a los usuarios observarla y obtener información.

- Escalas espaciales de los indicadores

Los indicadores dependen de la escala espacial y temporal que representan y de la disponibilidad de datos. Para la determinación de los indicadores ambientales a escala local, según Bell y Morse (2001), existen dos paradigmas metodológicos: el primero trata de que los expertos establezcan una síntesis de agregación que va desde arriba hacia abajo (*top-down*); este enfoque es usado explícitamente con indicadores cuantitativos solamente. Son comunes en campos como; Ecología del Paisaje, Geomorfología Ambiental, Economía, etc. Dichos indicadores son recomendados para cuantificar la complejidad de los Sistemas dinámicos (naturales). El segundo paradigma metodológico se entiende sobre la base de las decisiones de la comunidad que va de abajo-arriba (*bottom-up*) o de lo particular a lo general, con un enfoque conversacional. Este se aplica más en las ciencias sociales y ciencias en torno a la temática en cuestión. La presente investigación sigue el método de síntesis de agregación,

a través de dos índices sintéticos, estos compilan dos grupos de indicadores e índices cuantitativos representativos de la complejidad socio-natural del territorio, por medio de los índices de Condiciones Socio-Habitacionales y de Degradación de los Componentes Naturales y Modificación Antropogénica.

II.5.1. Grupo I. Evaluación de variables socio-habitacionales

Este grupo de indicadores e índices tienen el objetivo de evaluar el contexto social, en función de las implicaciones que tiene esta dimensión en el territorio. Con los índices que se desarrollan se busca caracterizar la situación social presente en el espacio y aproximarnos a las realidades y diferencias sociales del mismo.

Los datos originales corresponden a temas seleccionados, que en el lenguaje estadístico se denominan variables absolutas. Las Condiciones Socio-Habitacionales de la Zona Metropolitana de Morelia fue analizada a nivel de manzanas censales y con información para el año 2010 proporcionada por el Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE) 05/2012 del INEGI, disponible en su plataforma web. De la información obtenida, y como primer paso, se seleccionaron las variables a ser incluidas en el estudio; en este sentido Cortizo (1987) considera que es un paso muy importante del análisis multivariado ya que los resultados finales dependerán en gran medida de esta selección. Se intentó cubrir un amplio espectro de aspectos socio-habitacionales dentro del marco de la información disponible relacionadas con aspectos demográficos, de salud, educacionales, de hogares, del tipo de vivienda y la infraestructura de servicios.

Se debe tener en cuenta que los datos de Censo del INEGI del 2010:

- Para desagregaciones a nivel de localidad rural y manzana urbana con una o dos viviendas habitadas sólo se muestra el total de viviendas (VIV0), total de viviendas habitadas (VIV1) y población total (POB1) (confidencialidad).
- Adicionalmente para municipio o delegación, localidad urbana, zona metropolitana, manzana y AGEB los indicadores con un valor igual a 1 o 2 no se muestran, excepto el total de viviendas (VIV0), total de viviendas habitadas (VIV1) y población total (POB1).

- En el Sistema para la consulta de Información Censal, SCINCE 05/2012, es importante comentar que todo valor negativo en la base de datos tiene una etiqueta. Estas etiquetas remplazan a los siguientes valores negativos en la información de la base de datos:
 - (-6) ___ **Datos reservados por confidencialidad** (cuando el área tiene valor igual a 1 o 2 en algún indicador)
 - (-7) ___ **No disponible** (cuando toda el área tiene viviendas pendientes)
 - (-8) ___ **No disponible** (Cuando toda el área tiene sólo viviendas deshabitadas o de uso temporal)
 - (-9) ___ **No aplica** (Cuando no es calculable)

A continuación se describen de forma general los índices e indicadores agrupados por cada una de las dimensiones que se toman en cuenta:

Dimensión Demográfica

El objetivo de la Demografía consiste en estudiar los movimientos que se presentan en las poblaciones humanas. El término de población debe ser entendido como el conjunto de personas que se agrupan en cierto ámbito geográfico y está propenso a continuos cambios. El área temática de la Demografía se concentra en el estado y la dinámica de estas poblaciones en el tiempo. El estado de la población hace referencia a su tamaño, distribución territorial y estructura por edad, sexo, u otros subgrupos de interés. En nuestro caso nos interesa conocer, de forma individual, algunas variables que indiquen el estado de la población en el grupo más significativo para la investigación. La dinámica se enfoca en aquellos elementos que pueden provocar cambios en el estado a lo largo del tiempo, en este sentido el componente de interés es la Migración. Los indicadores representativos de esta dimensión, son elaborados a partir de las variables tomadas de los resultados del Censo 2010 del INEGI en valores absolutos.

- Porcentaje de Población de 0 a 14 años (POB8_R)

Número de personas de 0 a 14 años de edad por cada 100 personas. Se expresa en porcentajes, se toma como referencia a la población total que es parte de la demografía en función del

estado de la población en la estructura por edades y que es útil para identificar segmentos de la población que requieren distintos tipos de servicios:

$$POB8_R = \left(\frac{POB8}{POB1} \right) * 100$$

Donde:

POB8 = Personas de 0 a 14 años de edad por unidad geoecológica

POB1 = Población total por unidad geoecológica

- **Porcentaje de Población de 15 a 64 años (POB12_R)**

Número de personas de 15 a 64 años de edad por cada 100 personas. Se expresa en porcentajes. Se toma de referencia a la población total como parte de la demografía en función del estado de la población en la estructura por edad, la cual es útil para identificar segmentos de la población que requieren distintos tipos de servicios por unidad geoecológica:

$$POB12_R = \left(\frac{POB12}{POB1} \right) * 100$$

Donde:

POB12 = Personas de 15 a 64 años de edad por unidad geoecológica

POB1 = Población total por unidad geoecológica

- **Porcentaje de la Población de 65 años y más (POB24_R)**

Número de personas de 65 a 130 años de edad por cada 100 personas. Se expresa en porcentajes. Se toma de referencia a la población total como parte de la demografía en función del estado de la población en la estructura por edad, la cual es útil para identificar segmentos de la población que requieren distintos tipos de servicios:

$$POB24_R = \left(\frac{POB24}{POB1} \right) * 100$$

Donde:

POB24 = Personas de 65 a 130 años de edad por unidad geoecológica

POB1 = Población total por unidad geoecológica

- **Atracción Inmigrante Acumulada (PIAC_R)**

La migración acumulada es estática porque no define cuándo dicha población migró, o cuántos desplazamientos ha tenido en su vida (Palacio *et al.*, 2004). A este indicador, en esta

investigación, le hemos agregado la población que es nacida en otro país, ya que consideramos importante la población que llega del exterior principalmente en funciones de estudios de posgrado y que en muchos casos se quedan de forma permanente. No obstante, es una medida importante pues nos permite determinar la capacidad de atracción que tiene un área. Se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$PIAC_R = \left(\frac{[MIG4 + MIG7]}{POB1} \right) * 100$$

Donde:

PIAC_R = Población Inmigrante Acumulada

MIG4 = Población nacida en otra entidad por unidad geoecológica

MIG7 = Población nacida en otro país por unidad geoecológica

POB1 = Población total por unidad geoecológica

- **Porcentaje de la Población de 5 años y más residente en Estados Unidos de América en junio 2005 (MIG15_R)**

Personas de 5 a 130 años de edad que en el año 2005 residían en Estados Unidos de América por cada 100 personas de 5 a 130 años de edad residentes en la entidad. Se expresa en porcentajes tomando como referencia la población de 5 años y más:

$$MIG15_R = \left(\frac{MIG15}{POB18} \right) * 100$$

Donde:

MIG15 = Población de 5 años y más residente en Estados Unidos de América en junio de 2005 por unidad geoecológica

POB18 = Población de 5 a 130 años por unidad geoecológica

- **Tasa de la Población Inmigrante Reciente (TPIR)**

La población inmigrante reciente es un índice que refiere la población de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005, es decir, el número de personas que en el momento de levantamiento del censo residían en una entidad federativa diferente de la de su nacimiento. *Este indicador muestra el movimiento de la población de un lugar a otro, generalmente con el objetivo de mejorar o alcanzar mejor nivel de vida.* Según Palacio *et al.* (2004) la relación entre el origen y residencia actual de la población permite conocer los siguientes aspectos; la capacidad de atracción que tiene un territorio sobre otro, temporalidad del arribo de los inmigrantes a un territorio determinado, facilita el análisis de los flujos

migratorios, mide la magnitud y dirección de la migración en un periodo de tiempo específico.

Con esto se pretende observar la capacidad de atracción de población que tienen ciertas unidades geoecológicas, y analizar, junto con los demás indicadores, a qué obedece este proceso y el impacto que esto genera en la UG. Los insumos que se cuentan para su cálculo son; Población total, Población de 5 años y más recientes en otra entidad y en otro país, tomada del Censo de población y viviendas 2010, por AGEBS del INEGI. Se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$TPIR = \left(\frac{[MIG11 + MIG14]}{POB1} \right) * 100$$

Donde:

TPIR = Población inmigrante reciente por unidad geoecológica

MIG11 = Población de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005 por unidad geoecológica

MIG14 = Población de 5 años y más residente en otro país en junio de 2005 por unidad geoecológica

POB1 = Población total por unidad geoecológica

- **Porcentaje de la Población con Discapacidad (DISC1_R)**

Personas que tienen dificultad para el desempeño y/o realización de tareas básicas de la vida cotidiana. Se expresa en porcentajes, tomando como referencia la población total:

$$DISC1_R = \left(\frac{DISC1}{POB1} \right) * 100$$

Donde:

DISC1 = Población con discapacidad por unidad geoecológica

POB1 = Población total por unidad geoecológica

- **Densidad de Población (DP)**

Es la relación del número total de habitantes; urbanos y rurales, de un territorio determinado con la superficie del mismo; sirve para evaluar el grado de ocupación del territorio y, por tanto, es un indicador de la presión demográfica sobre el suelo... “Conviene asociarlo con alguna otra variable relacionada con recursos naturales o utilización del suelo. Densidades muy altas en territorios, indicarían un poblamiento intenso y mayores presiones sobre el suelo y los recursos naturales; por el contrario, densidades muy bajas reflejarán un escaso o nulo

poblamiento. Su interpretación es útil para la identificación de áreas susceptibles de captar el excedente de población de las zonas más densamente pobladas y disminuir en ellas las presiones sobre los recursos”... (Palacio *et al.*, 2004):

$$DP = \left(\frac{POB1}{Sup.Ti} \right)$$

Donde:

POB1 = Población total por unidad geoecológica.

Sup. T = superficie en kilómetros cuadrados de cada unidad geoecológica

i= zonas por tipo de urbanización: Urbana, Periurbana y Rural

Dimensión Social

Los indicadores sociales son instrumentos analíticos que permiten mejorar el conocimiento de distintos aspectos de la vida social en los cuales se está interesado, o acerca de los cambios que están teniendo lugar de acuerdo a Naciones Unidas en su declaración del año 1975. Se puede decir entonces que nos permiten medir niveles, distribución y cambios en el bienestar social, así como identificar, describir y explicar relaciones relevantes entre distintas variables referidas al bienestar de las personas. Son instrumentos fundamentales para las políticas sociales ya que éstos nos indican el estado situacional de muchos aspectos relevantes para la vida en sociedad, lo que permite tomar acciones para potenciar los aspectos que no están cumpliendo las expectativas. Cuando se desea una descripción del estado educativo de una población, indicadores como la tasa de analfabetismo, cantidad promedio de años de escolaridad alcanzados por la población adulta, analfabetismo, al ser medidas de promedios (en particular, medias), nos proporcionan una imagen sucinta y eficaz de la situación educacional y con ello se interpreta la capacidad de la población para desarrollar económicamente el área. El acceso a los servicios de salud guarda estrecha relación con los procesos más generales de la sociedad en función del bienestar de la población. Los indicadores representativos de esta dimensión, son elaborados a partir de las variables del Censo 2010 del INEGI en valores absolutos.

- **Porcentaje de la Población sin Derechohabencia a Servicios de Salud (SALUD2_R)**

Número de personas que no tienen derecho a recibir servicios médicos en ninguna institución pública o privada por cada 100 habitantes. Se expresa en porcentajes, se toma como referencia la población total:

$$SALUD2_R = \left(\frac{SALUD2}{POB1} \right) * 100$$

Donde:

SALUD2 = Población sin derechohabencia a servicios de salud por unidad geoecológica

POB1 = Población total por unidad geoecológica

- **Porcentaje de la Población de 15 años y más Analfabeta (EDU28_R)**

Personas de 15 a 130 años de edad que no saben leer ni escribir por cada 100 personas de 15 a 130 años de edad. Se expresa en porcentajes tomando como referencia la población de 15 y más:

$$EDU28_R = \left(\frac{EDU28}{POB20} \right) * 100$$

Donde:

EDU28 = Población de 15 años y más analfabeta por unidad geoecológica

POB20 = Población de 15 años más por unidad geoecológica

- **Porcentaje de la Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior (EDU43_R)**

Personas de 18 a 130 años de edad que tienen como máxima escolaridad algún grado aprobado en bachillerato y sus equivalentes, estudios técnicos o comerciales con antecedente de secundaria y la normal básica (con antecedente de primaria o secundaria). Se expresa en porcentajes, tomando como referencia la población de 18 años y más:

$$EDU43_R = \left(\frac{EDU43}{POB21} \right) * 100$$

Donde:

EDU43 = Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior por unidad geoecológica

POB21 = Población de 18 años y más por unidad geoecológica

- **Porcentaje de no asistencia a la escuela de la población en edad escolar normativa básica _EDU6-14R**

Número de personas en edad escolar normativa básica que no asisten a la escuela y habitan en una localidad de determinado tamaño, por cada cien del mismo grupo de edad en la localidad de referencia. Los valores de este indicador fluctúan entre cero y cien. Es una medida de la atención educativa en determinados tipos de localidades, a la población con edades normativas para asistir a primaria y secundaria. Representa cuántos niños/niñas, con edades normativas correspondientes a estos niveles, asisten a la escuela de cada cien en esos grupos de edad. El complemento del indicador es la tasa de inasistencia escolar. Este indicador *permite evidenciar de manera general, la cobertura que alcanza el sistema educativo en educación básica en determinados tipos de localidades, Permite identificar aquellas localidades donde la población es más susceptible de no asistir a la escuela.* (INEGI, II Censo de Población y Vivienda 2005 INEE, estimaciones a partir de INEGI, II Censo de Población y Vivienda 2005). Ecuación para el cálculo:

$$EDU6a14_R = \left(\frac{[EDU10 + EDU16]}{[POB5 + POB7]} \right) * 100$$

Donde:

EDU10 = Población de 6 a 11 años que no asiste a la escuela por unidad geocológica

EDU16 = Población de 12 a 14 años que no asiste a la escuela por unidad geocológica

POB5 = Población de 6 a 11 años por unidad geocológica

POB7 = Población de 12 a 14 años por unidad geocológica

- **Nivel de Escolaridad Alcanzado por la población _NEAI_R**

Distribución porcentual de la población en un grupo de edad, según perfil educativo alcanzado. Se selecciona el grupo de edad de 15 años y más. Los resultados del indicador muestran los porcentajes poblacionales de 15 años o más, de acuerdo con su nivel educativo alcanzado. Si el valor del indicador fuera 100%, querría decir que todas las personas del grupo de edad analizado completaron alguno de los niveles educativos considerados. *Permite conocer la proporción de personas en cada uno de los diferentes niveles de escolaridad, lo cual da idea del avance educativo en el que se desenvuelven las nuevas generaciones.* Se

adaptó del indicador utilizado en la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2008, Modulo de Condiciones Socioeconómicas (base de microdatos)). Fórmula de cálculo:

$$NEAL_R = \left(\frac{EDU37 + EDU40}{POB20} \right) * 100$$

Donde:

EDU37 = Población de 15 años y más con educación básica completa por unidad geocológica

EDU40 = Población de 15 años y más con educación pos-básica por unidad geocológica

POB20 = Población de 15 años y más por unidad geocológica

Dimensión Económica

Estos indicadores o variables, brindan información sobre distintos aspectos de la realidad socioeconómica de la población. Las variables representativas de esta dimensión, son tomadas de los resultados del Censo 2010 del INEGI en valores absolutos y relativos.

- Tasa de Participación Económica (TPE_R)

Esta tasa mide la población en edad de trabajar que participa activamente en el mercado de trabajo. Se calcula el porcentaje de personas económicamente activas que se encuentran empleadas o trabajando, o que no trabajan pero buscan un trabajo. Está compuesta por el número de personas de 12 años y más que trabajaron; tenían trabajo pero no trabajaron o; buscaron trabajo en la semana de referencia (Censo, 2010) por cada 100 personas de 12 años y más. Se expresa en porcentajes, tomando como referencia la población de 12 años y más (INEGI, 2010):

$$TPE_R = \left(\frac{ECO1}{POB19} \right) * 100$$

Donde:

ECO1 = Población económicamente activa por unidad geocológica

POB19 = Población de 12 años y más por unidad geocológica

- Porcentaje de la Población Ocupada de 12 años y más sin escolaridad (ECO7_R)

Número de personas de 12 a 130 años de edad que trabajaron, o que no trabajaron, pero sí tenían trabajo en la semana de referencia y que no aprobaron ningún grado de escolaridad o solo tienen nivel preescolar, por cada 100 personas ocupadas. Se expresa en porcentajes, tomando como referencia la población ocupada:

$$ECO7_R = \left(\frac{ECO7}{ECO4} \right) * 100$$

Donde:

ECO7 = Población ocupada de 12 años y más sin escolaridad por unidad geoecológica

ECO4 = Población ocupada por unidad geoecológica

- Índice de Dependencia Económica (IDE_R)

Se puede considerar también un índice demográfico, que expresa, en forma de tasa y en porcentaje, la relación existente entre la población dependiente y la población productiva, de la que aquella depende. No obstante, también lo podemos utilizar como un indicador de dependencia económica potencial; ya que mide la población en edades "teóricamente" inactivas en relación a la población en edades "teóricamente" activas. Se trata de una relación de dependencia potencial pues no todas las personas menores de 15 años o mayores de 65 años están fuera del mercado laboral, ni todas las de (15-64) son activas.

Conocer la situación de dependencia económica de la población permite tener un panorama de la situación económica de la misma. Esta distribución de la población puede dar cuenta de características de los hogares, de la distribución del ingreso familiar y las posibilidades de acceder al consumo de bienes inmuebles como la vivienda. El indicador Tasa de dependencia expresa la relación entre el grupo poblacional en edad económicamente dependiente o potencialmente inactiva, concebido como aquellos menores de 15 años de edad y de 65 años y más, y el grupo poblacional potencialmente activo o productivo, concebido como aquellos de entre 15 y 64 años de edad. Representa la carga que soporta la población activa, con relación a la población inactiva. Su interpretación estadística refleja, lo siguiente: por ejemplo, un valor de 60 significa que por cada 100 personas en edad de trabajar hay 60 personas en edades inactivas. Estas variables se obtienen del Censo 2010 del INEGI. Fórmula de cálculo:

$$IDE_R = \left(\frac{POB8 + POB24}{POB12} \right) * 100$$

Donde:

POB8 = Población de 0 a 14 años por unidad geoecológica

POB12 = Población de 15 a 64 años por unidad geoecológica

POB24 = Población de 65 años y más por unidad geoecológica

- **Tasa de Actividad Económica (TAE_R)**

Indica la importancia de la población trabajadora dentro del marco económico territorial. Se asume que mientras mayor es la tasa calculada de actividad económica, mayor es el nivel de desarrollo socioeconómico de un territorio. La población económicamente activa (PEA) comprende todas las personas de uno u otro sexo, ocupadas y desocupadas, que conforman la fuerza de trabajo disponible para la producción de bienes materiales y de servicios en un periodo determinado (Celis, 1988: 55). En cambio, la Tasa de Actividad Económica solamente incluye a la población ocupada, sin tener en cuenta a la población desempleada o en busca de trabajo, sobre el total de la población en edad de trabajar. El límite mínimo de edad para considerar a la población económicamente activa es de 12 años (INEGI, 2010). Se obtiene al calcular:

$$TAE_R = \left(\frac{ECO4}{ECO1} \right) * 100$$

Donde:

ECO4 = Población económicamente activa ocupada por unidad geoecológica

ECO1 = Población económicamente activa por unidad geoecológica

Dimensión Condiciones y Servicios de la Vivienda

El estudio de condiciones de vida en las viviendas es una herramienta útil para el sector salud y el nivel primario de atención. Permite conocer las condiciones materiales de las viviendas en que viven las familias. Las condiciones de vida hacen referencia a las dimensiones histórico-sociales del proceso vital humano que se concretan en condiciones de vivienda, servicios de infraestructura básica, alimentación, vestido, recreación, educación, seguridad social, empleo, trabajo y participación social entre otros. Expresan la posibilidad de acceso a los beneficios que provee el desarrollo social, cuyas dimensiones son dinámicas y se interrelacionan unas con otras. En nuestro estudio permite conocer las condiciones de saneamiento necesarias para el funcionamiento de la vivienda, referidas a disponibilidad de agua y el medio de eliminación de excretas, así como los servicios básicos de electricidad, y bienes materiales.

- Índice de Servicios Básicos Insatisfechos en las viviendas _ (ISBI)

Se consideran necesidades asociadas a dimensiones factibles de observación censal, y la medición se genera a través de indicadores emparentados con variables que caracterizan esas dimensiones. Los indicadores que conforman este índice, dan cuenta de la insatisfacción de la necesidad asociada a cada variable. *La insatisfacción de necesidades, se evalúa con base en la presencia o ausencia de características y servicios de la vivienda, tales como materiales del piso o techo, o el acceso a servicios tales como el agua potable o el servicio de cloacas, se consideran también rasgos demográficos del hogar como número de miembros, educación del jefe o asistencia de los niños a la escuela.* Para la aplicación del método, se definieron necesidades asociadas solamente a los servicios y bienes en la vivienda (estructurales y de servicios). Para efectos de medición, se definieron las siguientes variables y ecuación para el cálculo:

$$ISBI = \frac{[V1 + V2 + V3]}{VIV0}$$

Donde:

V1= Viviendas particulares con más de 3 ocupantes por cuarto por cada UG (VIV13)

V2 = Viviendas particulares habitadas con piso de tierra por cada UG (VIV6)

V3=Carencia de servicios básicos por cada UG:

Viviendas particulares habitadas que no disponen de luz eléctrica_ (VIV15)

Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda_ (VIV17)

Viviendas particulares habitadas que no disponen de excusado o sanitario_ (VIV20)

Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje_ (VIV23)

Viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador, lavadora ni automóvil o camioneta_ (VIV30)

Viviendas particulares habitadas sin ningún bien_ (VIV41)

VIV0= Total de Viviendas por cada UG

II.5.1.1. Índice de las Condiciones Socio-Habitacionales (ICSH)

Este índice permite definir modelos de comportamiento espacial de una ciudad con relación a la situación socio-habitacional, a escala territorial, con la finalidad de enfocar la cualidad del carácter multidimensional que posee el desarrollo urbano y su dimensión social a partir de la determinación de las variables estratégicas socio-habitacionales. La evaluación resultante permite diferenciar los centros críticos donde se sintetizan los problemas; se ordenan y jerarquizan en función de la importancia o peso que realmente poseen en la explicación de la problemática general. El desarrollo social urbano, por su esencia

multifacética y su concreción territorial, posee una estructura típica multivariada, ya que no puede medirse por una única variable, sino que lo caracterizan, por definición, un conjunto de variables e indicadores de diferente naturaleza, que pueden ser sintetizados.

Se realiza la selección con la finalidad de que sean indicadores capaces de sintetizar la problemática social referente a la demografía, educación, salud, habitacionales, ya que son dimensiones para la reflexión y para accionar de forma multilateral en el desarrollo urbano. Para ello se utiliza el criterio de los expertos, a partir de su grado de conocimiento en la temática, la experiencia profesional y nivel de responsabilidad en la elaboración de políticas públicas. En la investigación se consultaron los planes de desarrollo urbano de los municipios de Morelia y Tarímbaro, variados informes académicos del Centro de Investigación en Geografía Ambiental _CIGA y se realizaron pláticas con personal del Ayuntamiento de Morelia y académicos especialistas en la cuestión urbana.

II.5.2. Grupo II. Evaluación de la Degradación de los Componentes Naturales y las Modificaciones Antropogénicas

Este grupo de indicadores e índices tienen el objetivo de evaluar el estado biofísico del paisaje ya urbanizado, en función de las implicaciones que tienen estos para el territorio. Con los índices que se estudian, se busca caracterizar los niveles de degradación en los componentes físico-naturales presentes en el espacio y los aspectos o problemas resultantes de la interacción entre el sistema sociocultural y el espacio natural; con el objetivo de aproximarnos a la evaluación del geoecosistema.

La selección de los indicadores en este grupo se apoya en la descripción realizada en trabajo de campo de los procesos de degradación del espacio físico, y son generados a partir de la información vectorial compilada de los componentes del paisaje de varias fuentes oficiales; vegetación, cobertura y uso del suelo, entre otros y variables interpretadas desde imágenes de satélite. A continuación se describen de forma general los índices e indicadores agrupados por cada uno de los componentes y modificaciones que se toman en cuenta.

Componente Vegetación

Actualmente existe una creciente tendencia a estudiar los espacios abiertos y las zonas verdes en las ciudades desde diferentes ciencias. Las áreas verdes urbanas son elementos fundamentales para mejorar el bienestar de la población urbana, especialmente en grandes ciudades, por ejemplo las áreas verdes de gran tamaño contribuyen de manera efectiva a la regulación de las inundaciones ocasionadas por la acumulación de agua de lluvia, ya que mantienen una alta permeabilidad del suelo y su capacidad de infiltración (Sorensen *et al.*, 1998); la cubierta de vegetación en los parques y jardines contribuye a la retención del suelo y disminuye el riesgo de procesos de remoción en masa (Romero y Vásquez, 2005); la contribución de la vegetación a la regulación de la temperatura urbana ha sido demostrada en diversas ciudades (Sorensen *et al.*, 1998; Jenerette *et al.*, 2007); también la capacidad de capturar partículas de carbono y filtrar el aire (Hough, 1998; Hernández, 2007). La cobertura vegetal origina confort que al ser percibido por la población; favorece la actividad física, la integración social y una mejor calidad de vida, (Reyes, 2011); una adecuada cobertura vegetal en las ciudades redonda en la protección de la biodiversidad, en la conservación del hábitat y de comunidades especiales de plantas en las regiones de influencia urbana; reduce la erosión, promueve ahorro de energía y el control de ruidos, entre otros (Flores *et al.*, 2009).

- **Índice de Importancia de las Zonas Verdes (IIZV)** (Zona Urbana, Periurbana y localidades rurales principales)

Para aplicar este índice se adaptó la ecuación modificada según Arauz (1983) y utilizada por Castro (2005). Este índice está formado por dos variables o indicadores que describen las áreas verdes del paisaje, que ayudan a complementar una función ambiental; toma en cuenta toda la cobertura vegetal para la Zona Urbana-Periurbana del área Metropolitana. La ecuación es la siguiente:

$$IIZV = \frac{\sum_{i=1}^2 (Vi * Xi)}{0.96}$$

Donde:

IIZV = Índice de importancia de las zonas verdes por UG (Km/Km²)

Xi = Calificación del área verde para cada variable “i”

Vi = Valor fijo de la variable “i”

Variables = Densidad de árboles y arbustos y Densidad de áreas verdes por habitantes

0,96 = Denominador utilizado para expresar el índice en porcentaje

En primer lugar se debe asignar un valor fijo a cada variable para definir su prioridad. El valor fijo (V_i) se establece considerando la importancia que, a juicio del autor, tiene la variable respectiva (i) en la determinación del valor, de manera que entre mayor fuera el “peso” de la variable i en la decisión, mayor sería el valor absoluto de V_i . Se trabaja con valores absolutos comprendidos entre 0 y 5. Cada variable se califica con base en una escala de 1 a 5 de acuerdo al método de clasificación del SIG-*Natural breaks*. Según se observa en el cuadro 2.3; este puntaje se multiplica por el valor fijo correspondiente; luego se suman todos los productos así obtenidos y el resultado dividido entre 0,96 muestra el porcentaje de importancia de las zonas verdes en cada unidad geocológica (% I).

Cuadro 2.3. Descripción de las variables y del valor funcional de las áreas verdes.

Variable que definen la prioridad	Método de clasificación (SIG- <i>Natural Breaks</i>)	Calificación X_i	V_i
Densidad de árboles y arbustos (Km ² /Km ²)	Muy Baja	1	5
	Baja	2	
	Media	3	
Densidad de áreas verdes por habitantes (Km ² /hab)	Alta	4	4
	Muy Alta	5	

Fuente: Elaboración propia.

Justificación de las variables de la ecuación para determinar su calificación

Densidad de Áreas verdes (Dav km²/km²): Esta variable intenta describir los espacios con predominio de vegetación arbórea, que incluye plazas, jardines públicos y parques urbanos, además los jardines en vías públicas. La premisa consiste en considerar la mayor cantidad de áreas verdes a las que tenga acceso la población al interior de la zona urbana. El valor fijo (V_1) para esta variable es = 5; teniendo en cuenta que la implicación de la existencia de árboles y pasto para la calidad del ambiente es directa (cuadro 2.3):

$$Dav = \left(\frac{AV}{AT}\right)$$

Donde:

AV = Área verde por UG (Km²)

AT = Área total de la UG (Km²)

Densidad de Áreas verdes por habitantes (km²/hab) (DAVH): Se debe tener en cuenta además de la existencia de áreas verdes, que es importante conocer si estos espacios son suficientes de acuerdo a la cantidad de población en el área. Se toma como referencia el valor de 9,0 m² de área verde por habitante como mínimo, propuesto por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Reyes y Figueroa, 2010). En nuestro caso las áreas serán evaluadas en Km²/ hab. El valor fijo (Vi) = 4; considerando que en nivel de importancia se encuentra por debajo de la existencia de áreas verdes, (cuadro 2.3).

$$DAVH = \left(\frac{AV}{POB_UG} \right)$$

Donde:

AV = Área verde por UG (Km²)

POB_UG = Población total de la UG (Hab)

Los datos de vegetación se interpretó a partir de la imagen satelital SPOT6 de 2014, la capa de información se obtiene mediante el módulo del software de Procesamiento Digital de Imágenes Envi 4.7 (*Vegetation Delineation*), ello permitió obtener todas las áreas verdes con vegetación perceptible al espectro del infrarrojo del sensor del SPOT6, con una resolución espacial de 2,5 m, es decir hasta la unidad de vegetación cartografiable mínima que corresponde a 5 m² aproximadamente, al interior de la zona urbana. Posteriormente se interceptaron mediante (*Intersect*) en el SIG: los polígonos de la cobertura vegetal con la capa vectorial de las unidades geocológicas y se reclasificó el área geométrica, se realiza un procedimiento de (*summarize*) y se unen las tablas con la capa de las unidades geocológicas nuevamente para obtener el total de áreas verdes por UGs; se calculan las densidades de área verde por unidad y la densidad de área verde por población de cada unidad geocológica; luego estos indicadores se convierten al valor funcional de las áreas verdes, y finalmente se aplica la ecuación para obtener el IIZV, estos cálculos son realizados en el procesador estadístico SPSS.23. Los resultados del índice se interpretan a partir de considerar que los valores más altos indican un espacio sin degradación y viceversa, para el caso de los valores más bajos se supone un área con degradación.

- **Índice de Transformación de la Cobertura Vegetal Natural (ITCVN) (Zona rural)**

La cobertura vegetal natural puede ser definida como la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomásas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. El Índice de antropización del paisaje (IAP) también es conocido como índice de antropización de la cubierta vegetal (IACV), o índice de Shishenko (1988), permite conocer el grado de transformación que presenta un paisaje, como resultado de las actividades o acciones antrópicas que inciden en la cobertura y el uso de suelo. En este índice se tienen en cuenta todas las coberturas vegetales de la superficie, incluyendo la vegetación inducida y otras coberturas antrópicas (Priego *et al.* 2004). Para nuestra investigación se realizará una adaptación del índice, para lo cual utilizaremos solamente la cobertura vegetal natural y seminatural residual (con modificaciones) presente en el área de estudio, para evaluar por el grado de naturalidad el estado de la vegetación. La ecuación para calcular el índice es la siguiente:

$$ITCVN = \sum_{k=0}^{18} \frac{r_i * A_{ij}}{AT_j}$$

Donde:

ri = Grado de naturalidad de la vegetación del tipo i de cobertura (natural o seminatural)

Aij = Área dedicada al tipo de cobertura i en la unidad geoecológica (km²).

ATj = Área total de la unidad geoecológica j (km²).

Cuadro 2.4. Valores de ponderación por el tipo de vegetación natural y semi-natural (con modificaciones).

Tipos de Vegetación y/o Uso del Suelo	Ponderación del grado de naturalidad de la vegetación natural y seminatural (ri)
Bosque de encino	0.10
Bosque de encino-pino	0.10
Bosque de pino	0.10
Bosque de pino-encino	0.10
Bosque de encino	0.10
Bosque de encino-pino	0.10
Bosque de pino-encino	0.10
Bosque mesófilo de montaña	0.10
Selva Baja Caducifolia	0.10
Vegetación arbórea secundaria de Bosque de encino	0.20
Vegetación arbórea y secundaria de Bosque de encino-pino	0.20

Vegetación arbórea y secundaria de Bosque de pino-encino	0.20
Vegetación arbórea de Selva Baja Caducifolia	0.20
Vegetación arbustiva secundaria de Bosque de encino-pino	0.30
Vegetación arbustiva de Bosque de pino-encino	0.30
Vegetación arbustiva secundaria de Bosque de encino	0.30
Vegetación arbustiva de Selva Baja Caducifolia	0.30
Vegetación secundaria herbácea de bosque de pino	0.40

Fuente: Elaboración propia (adaptado para el área de estudio).

El cuadro 2.4 muestra las ponderaciones asignadas (valor de ri) a los tipos de cobertura en el área de estudio, los valores de ponderación varían de 0.1 a 0.4 con el valor más bajo para las coberturas vegetales más naturales y el valor mayor para las más intervenidas. Estos valores de ponderación, permiten dar un peso relativo al tipo de vegetación, distinguiendo entre los tipos de vegetación de acuerdo a su grado de naturalidad.

El insumo utilizado para este indicador proviene del mapa de Uso de suelo y Cobertura Vegetal, de la Serie V (2011-2013). En este se muestra el grado de naturalidad del paisaje, o también la Degradación de la Vegetación en el mismo. Primero se obtienen los valores de cada tipo de cobertura vegetal natural por cada unidad geoecológica, posteriormente se realiza la ponderación de los polígonos por grados de naturalidad de las coberturas, se obtiene el producto del coeficiente de ponderación por el área de cada polígono de cobertura y luego la sumatoria de los resultados de la cobertura vegetal ponderada por cada unidad geoecológica (UG), y se calcula el índice por UG. El valor del índice se puede expresar de cero a uno, o en % si se multiplica por 100. La comprensión de este índice se interpreta como; un valor cercano a cero indicará baja modificación y por tanto sin degradación y un valor cercano a 1, se entiende como espacios intervenidos con niveles de modificaciones y con degradación.

- **Índice de Antropización de la Cobertura Superficial (IACS) (Zona Metropolitana)**

El siguiente índice es una adaptación del Índice de antropización del paisaje (IAP) también es conocido como índice de antropización de la cubierta vegetal (IACV), o índice de Shishenko (1988), en este caso queremos resaltar la evaluación del grado de transformación

de la cobertura superficial y la cobertura asociada a los asentamientos humanos por su uso, como resultado de las actividades o acciones antrópicas. La ecuación para calcular el índice es la siguiente:

$$IACS = \sum_{k=0}^{10} \frac{r_i * A_{ij}}{AT_j}$$

Donde:

ri = Grado de transformación antropogénica de la cobertura superficial por el tipo i de utilización

Aij = Área dedicada al tipo de utilización i en la unidad geoecológica j (km²)

ATj = Área total en la unidad geoecológica j (km²)

El cuadro 2.5 muestra las ponderaciones asignadas (valor de ri) a los tipos de utilización que se tomaron en cuenta en el área de estudio, los valores de ponderación varían de 0.03 a 0.98 con el valor más bajo para los usos que originan menor grado de antropización de la cobertura vegetal inducida o modificada y el valor mayor para los usos con mayor intensidad como áreas asociadas a los asentamientos humanos. Estos valores de ponderación, permiten dar un peso relativo al tipo de Cobertura Superficial y Uso del Suelo, distinguiendo entre sus diferentes grados de transformación (Priego *et al.* 2004).

Cuadro 2.5. Valores de ponderación de los tipos de utilización del suelo para el cálculo del IACS.

Tipos de Cobertura Superficial y Uso del Suelo	Ponderación del grado de Transformación Antropogénica (ri)
Agricultura de temporal anual	0.75
Agricultura de riego anual	0.75
Agricultura de riego (anual y semipermanente)	0.75
Agricultura de Humedad anual	0.75
Bosque cultivado plantación forestal permanente	0.70
Pastizal inducido	0.40
Pastizal cultivado permanente	0.40
Desprovisto de vegetación	0.03
Asentamientos humanos	0.98
Cuerpos de agua	0.03
Zona Urbana	0.99

Fuente: Elaboración propia (adaptado para el área de estudio).

El insumo utilizado para este indicador proviene del mapa de Uso de suelo y Cobertura Vegetal, de la Serie V (2011-2013). La información muestra la degradación de la cobertura terrestre en el mismo. Se obtienen los valores de cada tipo de cobertura por cada unidad geocológica, se asigna la ponderación los polígonos por tipos de coberturas, se obtiene el producto al multiplicar el coeficiente de ponderación por el área de cada polígono de cobertura y luego se procede a la sumatoria de los resultados de la cobertura terrestre ponderada por cada unidad geocológica (UG), a continuación se calcula el índice por UG. El valor del índice se puede expresar de cero a uno, o en % si se multiplica por 100. Este índice se analiza a partir de considerar un valor cercano a cero espacios con baja modificación y sin degradación, y un valor cercano a 1 manifiesta fuerte transformación y por tanto con degradación.

Componente Suelo

El Suelo es la capa más superficial de la corteza terrestre, es dinámica (constante cambio) y de escaso grosor (normalmente de pocos centímetros a pocos metros) en la que se asienta la vida. La urbanización de una ciudad afecta directamente al suelo. El proceso de impermeabilización, que provoca la edificación y la pavimentación destruye la estructura del suelo e impide la infiltración, lo que puede llegar a producir respuestas imprevisibles, como por ejemplo las inundaciones, o afectar al caudal ecológico. El estudio de los suelos en áreas urbanas cobra relevancia debido a la rápida transformación de éstos comparada con la evolución de los suelos naturales (De Kimpe y Morel, 2000). La "Cobertura" del suelo, es la cobertura (bio) física que se observa sobre la superficie de la tierra (Di Gregorio, 2000), en un término amplio no solamente describe la vegetación y los elementos antrópicos existentes sobre la tierra, sino que también describen otras superficies terrestres como afloramientos rocosos, cuerpos de agua y superficie urbanizada.

- Índice de Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre (DPSCT) (Zona Metropolitana)

La ocupación masiva de un territorio de forma dispersa, conlleva a la desagregación de los espacios naturales con la consiguiente pérdida de la permeabilidad a causa de la

compactación del suelo. La proporción de suelo permeable en la ciudad debe ser equilibrada para no alterar y disgregar grandes superficies verdes y evitar inundaciones. La Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre indica la relación entre las superficies funcionalmente significativas en el ciclo natural del suelo y la superficie total del área de estudio. Se asigna un factor a cada unidad de suelo según el grado de *naturalidad* y de *permeabilidad*. El indicador se calcula asignando un valor a los componentes de la cobertura superficial del suelo: vegetación, suelo desprovisto de vegetación, rocas, infraestructura urbana, cuerpos de agua, que integran una unidad de paisaje físico geográfico, en función de su grado de permeabilidad, que oscila entre 0 y 1; es 1 para las coberturas de suelos totalmente permeables y 0 para los impermeables (Plan de indicadores de Biodiversidad, s/f):

$$DPSCT = \left(\frac{\sum [FPS * Ai]}{Aj} \right) * 100$$

Donde:

FPS= factor de permeabilidad de la cobertura del suelo (0-1)

Ai = Área ocupada por componente de la cobertura de suelo en la unidad geocológica km²

Aj = Área total por unidad físico-geográfica del paisaje km² (Ia, Ib, IIa)

Para la aplicación de este indicador en el área de estudio, se considera emplear como unidades espaciales de referencias de área total a las unidades físico geográficas de la Zona Metropolitana de Morelia, y analizar el factor de permeabilidad de las diferentes coberturas superficiales del suelo a nivel de unidades geocológicas con el objetivo de conocer el estado de naturalidad y permeabilidad de la cobertura del suelo superficial por unidades geocológicas de la ZMM, cuadro 2.6. La obtención de las variables que intervienen en este índice se obtienen a partir de la interpretación de la imagen satelital SPOT6.

Cuadro 2.6. Tipos de superficie. Adaptado del plan de indicadores de Biodiversidad.

Tipos de superficie	Factor (FPS)	Descripción
superficies impermeables	0.01	Pavimento impermeabilizado respecto al agua y al aire. Sin funciones ecológicas. Por ejemplo el asfalto, edificios, construcciones, zona urbana compacta , etc.
superficies semipermeables parcialmente	0.3	Pavimentos que permiten el traspaso de aire y agua. Normalmente con edificaciones diversas que se encuentran dispersas en el espacio geográfico sin formar zonas compactas de edificaciones. Como asentamiento o localidades dispersos .
superficies semipermeables	0.5	Suelos que sin estar en estado natural mantienen parcialmente sus funciones. En general, superficies y pavimentos que permiten el paso de aire y de agua, generalmente sin plantaciones. Por ejemplo, pavimento de piedras y terrenos desprovistos de vegetación natural .
espacios verdes con conexión a suelo natural	1	Se encuentran en estado natural. Mantienen la mayoría de sus funciones naturales. Disponen de vegetación u ofrecen condiciones para que se pueda desarrollar. Se suelen encontrar en parques, tierras agrícolas, bosques, etc. Los lagos y los ríos se los considera permeables .

Fuente: Elaboración propia (adaptado para el área de estudio).

Este indicador se evalúa considerando que sus valores más bajos, indican valores muy bajos de permeabilidad y por tanto se consideran suelos con muy bajo nivel de intercambio energético natural (impermeables), por ello son espacios muy degradados y viceversa los valores más altos muestran valores muy altos de permeabilidad, aumento de la infiltración, por lo cual implica que sean áreas sin degradación.

- **Degradación del Suelo (Zona Metropolitana)**

Los valores de este indicador se obtuvieron del cruce entre el mapa de Degradación del Suelo en la República Mexicana de SEMARNAT del año 2012, a escala 1: 250 000, con el mapa de las unidades geoecológicas, para ello se realizó una reclasificación de las categorías del mapa de degradación de los suelos para tener en cuenta la combinación de los polígonos al interior de dichas unidades. La reclasificación de la degradación de suelo se definió con base a los grados originales de degradación de suelo con mayor superficie en cada polígono; y a la combinación de categorías en polígonos con más de un grado de degradación de suelo, Cuadro 2.7.

Cuadro 2.7. Reclasificación del grado de degradación de suelo.

Combinación de categorías (grado original)	Clasificación final de degradación de suelo	Rango
Extremo	Muy alto	5
Extremo a Moderado, Moderado a extremo	Alto	4
Moderado	Medio	3
Moderado a ligero, ligero a moderado	Bajo	2
Ligero	Muy bajo	1

Fuente: Elaboración propia (adaptado para el área de estudio).

Este indicador se interpreta a partir de la clasificación final; los valores más altos reflejan categoría extrema de degradación del suelo y los valores más bajos indican zonas sin degradación del suelo.

Componente Hidrología

El desarrollo urbano altera sustancialmente la hidrología de las cuencas donde se produce. En específico, se modifican la red de drenaje y el proceso de transformación lluvia-escorrentía, así como la acción de infiltración de conjunto con el estado del suelo. Como consecuencia de la actividad urbanizadora, los cauces naturales que conformaban la red hidrográfica original suelen ser profundamente alterados, lo que afecta de forma directa a su capacidad de desagüe y por tanto se propicia la existencia de inundaciones.

- Densidad de Drenaje Superficial (DDS) (Zona Metropolitana)

La cantidad de corrientes y afluentes que llegan o tributan al río principal dentro del área de la cuenca se conoce como densidad de drenaje. La Densidad de drenaje puede definirse como la relación entre la longitud total de los cauces de una cuenca y el área de ésta. Este es un índice importante, puesto que refleja la influencia de la geología, topografía, suelos y vegetación, en la cuenca hidrográfica, y está relacionado con el tiempo de salida del escurrimiento superficial de la misma. Su valor está controlado por las características litológicas (muy especialmente la permeabilidad, hasta el punto de mostrar rasgos cualitativos de ésta) y estructurales de los materiales y profundidad de los horizontes de suelo, por el tipo y densidad de vegetación y por factores climáticos. Este es un parámetro revelador del régimen y de la morfología de la cuenca, porque relaciona la longitud de los cursos de

agua con el área total. Las mayores densidades de drenaje se encuentran en rocas blandas de baja permeabilidad y en regiones con escasa cobertura vegetal. De esta manera, los valores altos de la Densidad de Drenaje Superficial reflejan un fuerte escurrimiento (Farfán *et al*, 2010).

Este indicador se adapta a las condiciones de la investigación, por lo que se toman las áreas de las unidades geológicas como las áreas de referencias para el cálculo de la densidad de drenaje, y así se obtiene el índice de drenaje de las unidades geológicas, lo cual nos aporta información sobre la capacidad de escurrimiento en las unidades. Para su cálculo:

$$DDS = \left(\frac{\sum [Li]}{Aj} \right)$$

Donde:

DDS=Densidad de Drenaje Superficial (km/km²)

Li =longitud total de los cauces dentro de la unidad geológica (km)

Aj = Área total de la Unidad geológica (km²)

Este indicador se evalúa considerando una densidad de drenaje alta refleja una cuenca (o áreas) muy bien drenada que debería responder, relativamente rápido, al influjo de la precipitación. Una cuenca con baja densidad de drenaje refleja un área pobremente drenada, con respuesta hidrológica muy lenta, cuadro 2.8.

Cuadro 2.8. Clases de densidad de drenaje.

Rangos de Densidad	Clases
0.1 – 1.8	Baja
1.9 – 3.6	Moderada
3.7 – 5.6	Alta

Fuente: Tomado de Farfán *et al*. 2010.

Los valores para este indicador se obtienen de la información vectorial de la Red Hidrográfica a escala 1:50 000 del INEGI_2010.

- **Indicador de Condiciones de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico (CRHH) (Zona Urbana)**

Como parte del ciclo hidrológico en un territorio, si no existe intervención humana, el agua que precipita puede infiltrarse, escurrir sobre la superficie o evaporarse, de acuerdo con las características del medio natural. No obstante, cuando la superficie del suelo es alterada por las actividades humanas, la dinámica hidrológica natural se ve drásticamente modificada. Los procesos de urbanización modifican la dinámica natural del agua de manera drástica, ya que una parte considerable del suelo es removida y/o compactada, luego es cubierta por superficies impermeables, lo que provoca que la infiltración y la evaporación prácticamente desaparezcan y la mayoría del agua se pierda como escorrentía superficial. (INE-Pladeyra, 2003). Las precipitaciones que llegan al pavimento y a los suelos es recolectada mediante redes hidrotécnicas establecidas para recoger las aguas pluviales y las residuales, lo que aumenta significativamente el caudal de las corrientes naturales durante el momento de las precipitaciones; en la mayoría de los casos el agua regresa, con o sin tratamiento, al sistema hidrológico natural. Por otra parte, estos procesos implican cambios ambientales radicales en las zonas urbanas ya que los ríos son canalizados o entubados, sus volúmenes y los regímenes de flujo son significativamente modificados. La ocupación y construcción de muros en zonas inmediatas a los cauces de los ríos, la acumulación de desechos sólidos y la deforestación histórica en los cauces, la existencia de puentes con dimensiones menores a la de sus avenidas, entre otros factores, contribuyen en el aumento del riesgo de la población a vivir en zonas de inundaciones frecuentes, (Corona, 2009). Con este indicador se pretende evaluar la cobertura de los servicios hidrotécnicos en las unidades geológicas urbanas de acuerdo a; las condiciones de escurrimiento superficial porque esta variable en función del orden de escorrentía, entre otros factores como: pendiente, puede contribuir a la formación de zonas de inundación, el indicador de estimación de zonas de inundación a la que están expuestas algunas de estas unidades; ya que esta variable nos refiere el estado de las redes de drenaje residual y pluvial y los porcentajes referente a la cobertura del servicio de la red hidrotécnica para recolectar las aguas residuales y pluviales.

En la obtención de este indicador se toma como base las variables: escurrimiento superficial, zonas estimadas de inundación y cobertura de la red de drenaje de aguas residuales y

pluviales, disponibles en el mapa digital de México de la plataforma web del INEGI y otras fuentes de informes técnicos locales (ENSUNA).

- Esguerrimiento superficial: El agua de las precipitaciones se desplaza por la fuerza de la gravedad hacia las cotas más bajas. Este proceso puede darse directamente sobre el suelo, arealmente, conocido como escorrentía superficial; en los cursos fluviales (ríos, arroyos, cauces secos, conocido como escorrentía concentrada) o bajo tierra, por infiltración, en cursos subterráneos y acuíferos; depende de la forma de la interacción de factores tales como cobertura vegetal, permeabilidad de los suelos y roca, cantidad de precipitación y pendiente del terreno. El esguerrimiento superficial nos hace referencia a las problemáticas urbanísticas de la UG en cuanto a ocurrencia de deslaves e inundaciones, por ello a mayor capacidad de esguerrimiento (valor 7; según la clasificación por orden de escorrentía del INEGI), puede contribuir a la ocurrencia de inundaciones y por ello el factor de impacto es alto (valor 5) y viceversa.

- Zonas de Inundación: ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, debido al desbordamiento de ríos, canales, etc., impermeabilización, saturación del manto freático, causados por lluvias torrenciales u otros eventos de carácter antrópico. La estimación de probabilidad de ocurrencia de inundaciones en determinadas zonas de una ciudad o territorio, refleja una deficiente o insuficiente planificación de la red de drenaje e infraestructura de canales, lo que trae consigo la exposición y vulnerabilidad de la población que reside en estas áreas.

- Cobertura de Red del Drenaje de aguas residuales y pluviales; Red de infraestructura hidrotécnica para la recolección de aguas residuales. La capacidad y eficiencia de la infraestructura de drenaje regula en parte, las problemáticas que derivan de la escorrentía superficial y de las zonas de inundación.

Se propone su cálculo:

$$CRHH = \left(\frac{\sum [Es * Fi] + (Zi * Fi) + (Cd * Fi)}{Aj} \right) * 100$$

Donde:

CRHH = Condiciones de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico (km/km²)

Es = Esguerrimiento superficial (km)

Zi = Zonas de Inundación (km)

Cd = Cobertura de la Red de Drenaje residual y pluvial

A_j = Área total de la Unidad geocológica (km²)

Cada variable se clasifica multiplicándola por el factor de impacto asignado, de acuerdo a las capacidades y porcentaje de coberturas de escurrimiento superficial e inundación y cobertura de las redes del drenaje respectivamente, ver cuadro 2.9.

Cuadro 2.9. Relación de Factores de Impacto por variable.

Escurrecimiento superficial (categorías del INEGI)	FI_ce	Zonas de Inundación (categorías del INEGI)	FI_zi	Cobertura de la red Drenaje (categorías del INEGI)	FI_cd
1	1	Alta	5	De 0% a 20%	5
2	2			De 21% a 40%	4
3	3	Media	3	De 41% a 60%	3
5	4			De 61% a 80%	2
7	5	Baja	1	De 81% a 100%	1

Fuente: Elaboración propia (adaptado para el área de estudio).

Este indicador se interpreta considerando que los valores altos reflejan situación de desfavorabilidad por; deficiente escurrimiento superficial, alta ocurrencia de inundaciones e incompleta cobertura de la red de drenaje de aguas residuales y pluviales. Los valores muy bajos representan mejor situación o casi nula, porque el planteamiento del indicador es sobre la base de asignarle el factor de impacto más alto a cada variable en la situación más desfavorable para la población.

Componente Relieve

- **Indicador de Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización (IPU)** (unidades geocológicas con tipología de urbanización o localidades rurales en la ZMM)

La Geomorfología y la Geología son ciencias que permiten relacionar las formas del relieve con los procesos que las originan y con los materiales que las constituyen. Las formas del relieve evolucionan sistemáticamente a partir de la remoción de materiales (líquidos y sólidos), con resultados imprevistos en el modelado (Bifani, 1997). Por falta o inadecuada planificación urbana también se propicia una alta exposición de la población a riesgos

naturales por deslizamientos de materiales (líquidos y sólidos). Se trata, de un daño medioambiental inmediato y a largo plazo, fenómeno que conlleva la desaparición de terrenos agrícolas y sitios de reserva natural, y otras catástrofes, bajo los cimientos de una infraestructura urbana mal planificada. La aptitud relativa para el establecimiento de los asentamientos humanos, está estrechamente relacionada con el grado (%) de inclinación de las pendientes del relieve, (cuadro 2.10).

Cuadro 2.10. Uso urbanístico del suelo según la pendiente.

Pendientes	Características	Uso recomendado
0-5%	Sensiblemente plano, drenaje adaptable, estancamiento de agua, asoleamiento regular, visibilidad limitada, se puede controlar la erosión.	Bajo costo de urbanización, manejo de drenajes superficiales. Riesgo de licuación asociado a una capa freática alta y suelo limoso o arenoso.
5-10%	Pendientes bajas y medias, ventilación adecuada, asoleamiento constante, erosión media, drenaje fácil.	Construcción de mediana densidad, calles trazadas diagonalmente a curvas de nivel para facilitar el drenaje.
10-15%	Suelo accesible para construcción, gran movimiento de tierra, cimentaciones irregulares, visibilidad amplia, drenaje variable.	Calles trazadas paralelas a curvas de nivel, mayor costo, movimientos de tierra y de instalación de infraestructura. Terrazas
>15 %	Incosteables para urbanizar, pendientes extremas, laderas frágiles, zonas deslavadas, erosión fuerte, asoleamiento extremo, buenas vistas.	Muchas dificultades para el trazado de caminos y formación del terreno para edificaciones, Conservación, reforestación, recreación.

Fuente: Elaboración propia (Adaptado de Bazant, 1983).

Los altos valores de inclinación de la pendiente muestran las limitaciones del relieve para la urbanización; por ello evaluamos la relación de fuertes pendientes con la presencia de asentamientos o urbanización en las unidades geocológicas, en términos de degradación del terreno por urbanización, y viceversa los valores muy bajos del porcentaje de inclinación de las pendientes por unidades geocológicas indican mayor aptitud del terreno para la urbanización. Este indicador se obtiene a partir del mapa de pendientes en porcentajes en *Arcgis*, tomando como base el Modelo Raster del Terreno de la Zona Metropolitana. Una vez obtenido el mapa de pendientes en % en formato raster se realiza la intersección con las UGs con tipología de urbanización o asentamientos humanos mediante la herramienta *Zonal Statistics as Table*. De esta manera se exportan los porcentajes de pendientes por separado a las unidades geocológicas en valores de la media para cada UG.

Componente Geología

- Riesgo por la presencia de Fallas y Fracturas (RFF) (Zona Metropolitana)

La ciudad de Morelia se localiza en la intersección de dos provincias geológicas, en el área existen, numerosas fallas y entre las más importantes encontramos; La Colina, Central Camionera, Torremolino, Cuautla y Chapultepec; todas se encuentran totalmente o de forma parcial cubiertas por la urbanización, incluso en las áreas de la propia ruptura de la falla. De acuerdo a Garduño *et al.* (2001), en Morelia: ... "Las fallas geológicas y la fluencia no llegarían a ocasionar derrumbes o colapso de las obras civiles. Para que ello ocurra se tendrían que conjugar con factores como un evento sísmico, el exceso de peso en la vivienda o la mala construcción. Es muy importante continuar los trabajos de monitoreo, no solo en el aspecto de hundimiento, sino también en relación con los daños en las obras civiles y, sobre todo, para conocer más profundamente la sismicidad en la ciudad y el Estado" ... De acuerdo a lo planteado por este autor, en donde se realiza la caracterización a nivel biofísico y social en las zonas vinculadas a los procesos de subsidencia Creep-Falla, queda demostrada la vulnerabilidad de la población y la infraestructura ante estos eventos. Entendemos pertinente evaluar la densidad de las fallas y fracturas al interior de la zona metropolitana por unidades geocológicas. Para ello se realiza un buffer de 2 km a partir de la ubicación de las fallas y fracturas, ya que se considera que esta distancia cubre un área de máxima destrucción y por tanto de peligro extremo para la población. Para el cálculo de este indicador se emplea la siguiente ecuación:

$$RFF = \frac{AF}{St}$$

Donde:

AF = Área de Influencia de las Fallas por UG (Km²)

St = Superficie Total UG (Km²)

Para el caso de la RFF, se utiliza el Inventario Nacional de Fenómenos Geológicos del INEGI a escala 1:250 000, se incorpora en la base datos para ser analizada en el ambiente de SIG Arcgis 10.0 mediante un buffer de 2 km. Posteriormente se aplica la herramienta *Intersect* para interpolar los datos de la capa con las unidades geocológicas, una vez interceptados se

reclasifican las áreas del buffer de la capa de fallas por las UG y se calcula la densidad por cada unidad geoecológica

Componente Atmósfera

- Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio (ECAP) (ZMM)

La contaminación atmosférica constituye un riesgo medioambiental para la salud pública. El efecto de la contaminación del aire exterior en la mayoría de las ocasiones es mayor en zonas urbanas, provoca deterioro en la salud de las poblaciones y es causa de problemas respiratorios (Organización Panamericana de la Salud, 2005). La contaminación atmosférica es generada por material sedimentable que produce partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$, y por residuos o productos secundarios gaseosos, sólidos o líquidos, que ponen en peligro la salud del ser humano y de la biodiversidad, deteriora el patrimonio cultural, reduce la visibilidad y produce olores desagradables. En muchas ocasiones se establece que las emisiones a la atmósfera son una medida de la contaminación; sin embargo esto no es totalmente correcto, ya que las mismas emisiones pueden diluirse más o menos, pudiendo afectar en mayor o menor grado. En este sentido, y como concepto complementario al de emisión, se usa el término inmisión, que se refiere a la contaminación atmosférica detectada, registrada o sufrida por las personas, seres vivos o materiales, cuya medida puede expresarse en términos de concentración de cada uno de los contaminantes (en peso por m^3 de aire). En nuestro estudio proponemos estimar la contaminación promedio ponderada que afecta la población, de acuerdo a la ponderación de la concentración que tienen estos gases a partir de los puntos industriales que expulsan dichos contaminantes. Este indicador estima la exposición de la población de un territorio o espacio a la contaminación atmosférica. Los parámetros a considerar son:

$$ECAP = \sum \frac{Ci * ni}{N}$$

Donde:

ECAP = Estimación de la Contaminación ponderada promedio que afecta la población por UG (km^2)

Ci = concentración por niveles de inmisión de CO y PM_{10} en la UG (toneladas_1t-1000 Kg/m^3) (Datos Interpolados-IDW)

ni = población afectada en la UG

N = población total en la ZMM

Los insumos para el cálculo del indicador se toman del informe de la Cédula de Operación Anual (COA) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de Michoacán, que es el principal instrumento de seguimiento, reporte y recopilación de información para la integración de la base de datos del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC). El RETC integra la información sobre las emisiones y transferencias de contaminantes y sustancias al aire, agua y suelo de los establecimientos industriales en México. Los contaminantes tomados en consideración son las partículas en suspensión de diámetro menor a 10 micras (PM_{10}) y el monóxido de carbono (CO), se extraen las coordenadas de los puntos de emisión y las cantidades de emisiones considerados para conformar la base de datos.

Dimensión Antropogénica

- Índice de Modificación Antropogénica por la Presencia de Elementos Antrópicos en el Paisaje (IAEA) (Zona Periurbana y Rural)

La aplicación de este índice tiene por objeto evaluar la modificación de las unidades geocológicas de la zona periurbana y rural por la introducción de elementos antropogénicos a las unidades geocológicas. Los elementos antropogénicos son elementos introducidos por el hombre al paisaje para poder realizar las funciones socioeconómicas que le ha asignado. La zona urbana por definición es un área cuya superficie ha sido totalmente ocupada por los elementos antropogénicos. Se utiliza una adaptación de la metodología propuesta por Espinoza y Bollo, (2015). Se evalúan como elementos introducidos por el hombre en el paisaje; los viales, vías férreas, canales, presas y población total. Para su cálculo se tienen en cuenta valores de densidad o % de superficie de la actividad antropogénica en el paisaje por ser un índice compuesto. Las variables en este estudio son las siguientes; Densidad de viales (1 y 2 orden); en este caso no se incluyeron las líneas eléctricas y férreas porque la información no está disponible, Densidad de elementos hidráulicos: presas, lagos modificados, Densidad de establecimientos económicos: ductos de Pemex y Gasolineras, y Densidad de instalaciones de Comunicaciones; Torres de comunicación.

Los indicadores se obtienen de forma independiente, se representan en capas en el SIG donde se calcula la longitud o superficie ocupada, por cada unidad geocológica. Por medio del

método de intersección en el *Arcgis* se realiza el cálculo de las densidades de cada elemento antropogénico. Para el cálculo de este índice se emplea la siguiente ecuación:

$$IAEA = \sum_{i=1}^n P_i$$

Donde:

P_i = Peso asignado al indicador *i*

I = indicadores de modificación

N = número de densidades calculadas

Con la finalidad de determinar el nivel de antropización que originan los diferentes elementos antrópicos en el paisaje, a cada densidad obtenida se le asigna un valor de ponderación entre 0.1 y 1 de acuerdo al peligro que representa para la población y el paisaje, en donde los valores más bajos de la capa de densidad representa menor grado de antropización y viceversa.

Peso asignado a la capa de Densidad

Densidad de Viales _____	0.15
Densidad de Elementos Hidráulicos _____	0.20
Densidad de Instalaciones de Comunicaciones _____	0.15
Densidad de Establecimientos de Combustibles _____	0.25

Densidad de Viales

Las autopistas, carreteras y caminos, son de los elementos antropogénicos más modificadores del paisaje, su construcción requiere de desbroce de la superficie, cambios profundos en ocasiones del relieve, en particular en paisajes de lomeríos y montañas, desvío del drenaje natural, procesos de remoción en masa y erosión de suelos, contaminación del aire entre otros (Espinoza y Bollo, 2015). Para su cálculo:

$$DVi = \frac{LVi}{St}$$

Donde:

DVi = Densidad de Viales (Km/Km²)

LVi = longitud de viales (Km) en la unidad geocológica

St = superficie total de la UG (Km²)

Los insumos que se emplean se extraen de la Red Nacional de Caminos a escala 1:50 000 del INEGI. Posteriormente se aplica la herramienta *Intersect* para interpolar los datos de la capa con las unidades geoecológicas, una vez interceptados se reclasifican las longitudes de los viales por las UG y se calcula la densidad.

Densidad de Elementos Hidráulicos

Los elementos hidráulicos que son insertados en el paisaje traen consigo grandes transformaciones en el espacio. En el lugar de la superficie de cuerpos de agua se toma en cuenta a las instalaciones hidráulicas como presas y bordos construidos por el hombre, estas provocan importantes transformaciones, se incluye además algunos lagos naturales, que han sufrido modificaciones, tales como el represamiento parcial, o por ser depósito de aguas procedentes de la actividad humana o industrial aumentando considerablemente su volumen y contaminación. Como parte de las obras hidráulicas se encuentran los canales, estos tienen dos funciones, trasladar hacia las plantas de tratamiento los residuales o aguas negras de la ciudad o contribuir a la tarea de riego en el territorio. Estos elementos al ser introducidos en el paisaje generan fuertes modificaciones desde su origen por la necesidad de construir terracerías para llevar los materiales de las paredes del canal, además de la excavación y deposición de los materiales resultantes, generalmente a los lados del mismo con su consecuente erosión. Contribuyen a la contaminación de los suelos en los territorios hacia donde dirigen aguas negras para riego. Se tienen en cuenta además otras instalaciones que forman parte de la infraestructura hidráulica. Cortina de presa, canales. Para su cálculo:

$$DEHi = \frac{Ag + Cant SiH + LCa}{st}$$

Donde:

DEHi = Densidad Elementos Hidráulicos (Km²)

Ag = Área de cuerpos de agua (Km²) por unidad geoecológica

CantSiH = Cantidad de elementos de servicios de instalaciones hidráulicas (n)

LCa = longitud de canales (Km)

St = superficie total de la UG (Km²)

Los insumos que se emplean se extraen de la Red Hidrográfica a escala 1:50 000 del INEGI. Posteriormente se aplica la herramienta *Intersect* para interpolar los datos de la capa con las

unidades geocológicas, una vez interceptados se reclasifican las longitudes por las UG y se calcula la densidad.

Densidad de Establecimientos de Combustibles

La infraestructura de Petróleos Mexicanos (Pemex) genera riesgos tecnológicos en el paisaje. La ciudad de Morelia y sus alrededores, es propensa a sufrir desastres por explosiones o derrames de hidrocarburos; resultados de la actividad ilícita o por accidentes, esto provoca contaminación de los suelos y el agua superficiales y subterránea. Ocurre el surgimiento y consolidación de asentamientos urbanos irregulares en espacios donde la población en general continúa ignorando que hay restricciones para invadir el área de seguridad por donde pasa o queda la infraestructura de PEMEX. Para el cálculo de este índice se emplea la siguiente ecuación:

$$DEC = \frac{DP + G}{st}$$

Donde:

DEC = Densidad Establecimientos de Combustibles (Km²/Km²)

DP = Densidad de ductos de Pemex (Km) por unidad geocológica

DG = Densidad de establecimientos Gasolinerías (Km²)

St = superficie total de la UG (Km²)

Los insumos que se emplean se recopilaron de varias fuentes, se refiere a la distribución espacial de la red de conductos que forman parte de la infraestructura de la empresa PEMEX. Posteriormente se aplica la herramienta *Intersect* para interpolar los datos de la capa con las unidades geocológicas, una vez interceptados se reclasifican las longitudes de los ductos de petróleo y gasolina y de las gasolinerías por las UG y se calcula la densidad.

Densidad de Instalaciones de Comunicaciones

El desarrollo de la telefonía móvil ha experimentado un crecimiento casi exponencial que ha supuesto la proliferación de redes de telefonía móvil y un aumento significativo de la contaminación electromagnética y de la percepción social y urbana del riesgo asociado a estas infraestructuras. Para el cálculo de este índice se emplea la siguiente ecuación:

$$DIC = \frac{IC}{st}$$

Donde:

DIC = Densidad Instalaciones de Comunicaciones (Km²/Km²)

IC = Densidad Torres de Comunicación (Km²) por unidad geoecológica

St = superficie total de la UG (Km²)

Los insumos que se emplean se extraen de la Carta Topográfica a escala 1:20 000 del INEGI. Se calculó un *Buffer* de 2 km en consideración a la interacción directa. Posteriormente se aplica la herramienta *Intersect* para interpolar los datos de la capa con las unidades geoecológicas, una vez interceptados se reclasifican las áreas de las instalaciones por las UG y se calcula la densidad.

- **Calidad del Entorno Habitacional _ (CEH)** (Zona Urbana –Periurbana y localidades principales en Zona Rural)

El entorno de la vivienda es el lugar donde vivimos y el conjunto de elementos y condiciones que se encuentran en ese espacio. La vivienda saludable incluye no sólo la casa, sino el entorno físico y social, la familia y la comunidad (OMG *et al.* 2009). Para evaluar este indicador se tomaron los datos de la información recopilada sobre la base de lo observado en trabajo de campo, durante el recorrido por las unidades geoecológicas del área de estudio, y además por la información disponible en el Inventario Nacional de Viviendas para el 2010 del INEGI (cuadro 2.11). Los indicadores seleccionados para el cálculo del índice son los siguientes:

- **Revestimiento de paredes (Rp):** significa que las viviendas de conjunto con el material de construcción de las paredes (las externas) tienen yeso o escayola, y se encuentran pintadas.

- **Agrupación de la Viviendas (Av):** *Chalé o Bungalow*; edificación aislada que alberga una vivienda de una planta normalmente de dimensión variable. *Viviendas pareadas o adosadas*; edificio aislado dividido por la mitad que alberga dos o más viviendas en hileras (fraccionamientos *casa patio*; vivienda de una o varias plantas organizada en torno a un patio privado con muros, jardines, etc. *Apartamentos*; viviendas en edificio o vecindad o casas

contiguas o compactas. *Vivienda precaria*; local ocupado para vivir de materiales precarios, móvil, de refugio.

- **Infraestructura Vial (Iv):** En su totalidad contiene pavimento en las calles, banquetas, guarnición, plantas de ornato y rampa para sillas de ruedas.

- **Mobiliario Urbano (Mu):** Contiene Alumbrado público, letreros con el nombre de la vialidad, teléfono público, presencia de puestos fijos y puestos ambulantes.

- **Servicios (S):** Contiene Drenaje pluvial y transporte colectivo.

El formato de la base de datos del Inventario Nacional de Viviendas, se encuentra categorizado, por lo que se homogenizaron los datos recopilados en campo con la categoría establecida en el inventario. Posteriormente se realizó la intersección de esta base de datos con las unidades geocológicas y se reclasificaron las categorías para obtener los valores de cada indicador por UG. En este indicador los valores más altos representan condiciones muy desfavorables en el entorno de la vivienda y los valores más bajos del índice muestra una calidad del entorno de la vivienda favorable.

$$CEH = \sum_n^i Rp + Cv + Iv + Mu + S$$

Donde:

i = Factor Impacto (tabla 2.10), **n** = cantidad de elementos del entorno, **Cv** = Características de la Viviendas, **Rp** = Revestimiento de paredes, **Iv** =Infraestructura Vial, **Mu** =Mobiliario Urbano, **S** = Servicios

Cuadro 2.11. Base de Datos del Índice de Calidad de la vivienda según el entorno habitacional.

Factor Impacto	Características de la Vivienda (información compilada en campo)		Infraestructura Vial					Mobiliario Urbano					Servicios	
	Revestimiento de Paredes	Por Agrupación	Recubrimiento Calle	Banqueta	Guarnición	Arboles	Rampa silla ruedas	Alumbrado pub	Letrero Calles	Teléfono pub	Puesto semifijo	Puesto ambulante	Drenaje Pluvial	Transporte colectivo
1	Todas las viviendas	Chalé o Bungalow	Todas las vialidades											
2	Mixto	casa patio	Alguna vialidad											
3	el 25 % de las viviendas	viviendas pareadas o adosadas	Ninguna vialidad											
4	Algunas Viviendas	Apartamentos o casa contiguas	No especificado											
5	Ninguna Vivienda	vivienda precaria	Conjunto habitacional											

Nota: los colores de semáforo al interior de la tabla coinciden con la puntuación del factor de impacto, que es el valor que se toma en cuenta para el cálculo del índice.

Fuente: Elaboración propia a partir del Inventario Nacional de Viviendas INEGI-2010 (se respetó el formato de los datos) e información compilada en campo.

II.5.2.1. Índice de la Degradación de los Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas (ICNMA)

La evaluación de la calidad del ámbito físico-natural comprende varios índices que buscan caracterizar la estructura y funcionamiento del geosistema natural, a través de la evaluación de los componentes físico-geográficos y su interacción con las modificaciones antropogénicas. Existen diferentes grados de alteración de los componentes naturales que constituyen un geoecosistema. Las ciudades son el espacio donde se concentra la mayor parte de la población humana y de sus actividades. Por ello, en su territorio coexisten numerosos problemas relacionados con el aprovechamiento de los recursos naturales y con la organización y funcionamiento en equilibrio con el sistema natural.

Se realiza la selección con la finalidad de que sean indicadores capaces de describir situaciones de degradación del componente natural, ya que el objetivo de este índice es resaltar aquellas unidades con situaciones críticas. Para ello se realiza un inventario y compilación de las variables disponibles para la ZMM. En nuestro caso se consultaron diferentes informaciones en formato vectorial de la página web del INEGI, se obtuvo información de otras oficinas como el COA, y finalmente se generó o actualizó información a partir de la imagen espacial SPOT6 del 2014. Las variables seleccionadas pretenden sintetizar la problemática de la degradación del componente natural resultado de la interacción de los componentes naturales y el proceso de urbanización al interior de la ZMM.

A manera de resumen de los indicadores e índices, se definieron 30 indicadores e índices en total, reunidos en dos grupos; socio-habitacional y económico, biofísicos y de modificación antropogénica. Bajo este contexto y para los objetivos propios de esta investigación, el grupo de indicadores que se definieron para el presente trabajo son aplicables pues cumplen con los aspectos mencionados anteriormente, cuadro 2.12.

Cuadro 2.12. Resumen de índices e indicadores.

Índice de Condiciones Socio-Habitacionales		Índice de Degradación de los Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas	
Dimensión Demográfica	Porcentaje de población de 0 a 14 años	Componente Vegetación	Índice de importancia de las zonas verdes
	Porcentaje de población de 15 a 64 años		Índice de Transformación de la Cobertura Vegetal Natural
	Porcentaje de la Población de 65 años y más		Índice de Antropización de la Cobertura Superficial
	Atracción Migratoria Acumulada	Componente Suelo	Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre
	Porcentaje de la Población de 5 años y más residente en Estados Unidos de América en junio 2005		Degradación del Suelo
	Tasa de la Población Inmigrante Reciente	Componente Hidrología	Densidad de Drenaje Superficial
	Porcentaje de la Población con discapacidad	Componente Relieve Componente Geología	Condiciones de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico
	Densidad de Población		Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización
Dimensión Social	Porcentaje de la Población sin derechohabiencia a servicios de salud	Componente Atmósfera	Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio
	Porcentaje de la Población de 15 años y más analfabeta		
	Porcentaje de la Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior	Dimensión Antropogénica	Índice de Modificación Antropogénica por la Presencia de Elementos Antrópicos en el Paisaje
	Porcentaje de no asistencia a la escuela de la población en edad escolar normativa básica		
	Nivel de Escolaridad Alcanzado por la población		
Dimensión Económica	Tasa de participación económica	Dimensión Antropogénica	Calidad del entorno habitacional
	Porcentaje de la Población ocupada de 12 años y más sin escolaridad		
	Índice de dependencia económica		
	Tasa de actividad económica		
Dimensión Condiciones y Servicios de la vivienda	Índice de servicios básicos insatisfechos (viviendas)		

II.6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO PARA LA OBTENCIÓN DE LOS ÍNDICES SINTÉTICOS: CONDICIONES SOCIO-HABITACIONALES, DEGRADACIÓN DE LOS COMPONENTES NATURALES Y MODIFICACIONES ANTROPOGÉNICAS

El análisis de los indicadores e índices, tiene un gran valor para establecer las interrelaciones en los geoecosistemas. Sirven de base para el análisis de las correspondencias entre los componentes y los factores geocológicos. Las características del espacio geográfico, como sistema espacial, pueden definirse a través del estudio de sus partes constitutivas. El análisis espacial univariado permite lograr una clasificación espacial a partir del estudio de un solo tema o variable. La distribución espacial en entidades areales puede ser representada a partir de la confección de mapas temáticos (Paso, 2003), donde los datos estadísticos asociados a cada unidad espacial son ordenados teniendo en cuenta la intensidad de los valores numéricos. A continuación se describen los pasos a seguir para el procesamiento estadístico de los índices sintéticos que se evalúan.

II.6.1 Compilación de la base de datos geográfica.

Se analizan tres grupos de datos de información geográfica, referente a los análisis socio-habitacionales, biofísicos y antropogénicos. Los datos originales corresponden a temas seleccionados que en el lenguaje estadístico se denominan variables y cada variable contiene datos diferentes, en el caso del análisis espacial cada dato (caso), se asigna a cada una de las unidades espaciales (unidades geocológicas) del área de estudio.

II.6.1.1 Selección de las variables referentes a condiciones socio-habitacionales

Se seleccionan indicadores capaces de sintetizar la problemática social relacionadas con la educación, salud, vivienda, ya que son dimensiones para la reflexión y para accionar de forma multilateral en el desarrollo urbano. Para ello se utiliza el criterio de expertos, según su grado de conocimiento en la temática, la experiencia profesional y nivel de responsabilidad en la elaboración de políticas públicas. En la investigación se consultaron los planes de desarrollo urbano de los municipios de Morelia y Tarímbaro, informes académicos del Centro de Investigación en Geografía Ambiental (CIGA) y se realizaron entrevistas con personal del Ayuntamiento de Morelia.

La situación socio-habitacional de la Zona Metropolitana de Morelia fue analizada a nivel de manzanas censales y con información para el año 2010 proporcionada por el sistema SCINCE 2010 del INEGI, disponible en su plataforma web. De la información obtenida, y como primer paso, se seleccionaron las variables a ser incluidas en el estudio, en este sentido c) considera que es un paso muy importante del análisis multivariado ya que los resultados finales dependerán en gran medida de esta selección.

II.6.1.2. Revisión y evaluación de la información censal

Se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

a) En los datos del Censo del INEGI: Para desagregaciones a nivel de localidad rural y manzana urbana con una o dos viviendas habitadas sólo se muestra el total de viviendas (VIV0), total de viviendas habitadas (VIV1) y población total (POB1) (confidencial).

Para municipio o delegación, localidad urbana, Zona Metropolitana, manzana y AGEB los indicadores con un valor igual a 1 o 2 no se muestran, excepto en el total de viviendas (VIV0), total de viviendas habitadas (VIV1) y población total (POB1).

b) En el sistema para la consulta de Información Censal, SCINCE 05/2012, existen valores negativos en la base de datos. Estos valores negativos corresponden a la siguiente información:

6; Datos reservados por confidencialidad (cuando toda el área solo tiene de 1 a 2 viviendas)

7; No disponible (cuando toda el área tiene viviendas pendientes)

8; No disponible (Cuando toda el área tiene sólo viviendas deshabitadas o de uso temporal)

9; No aplica (Cuando no es calculable)

Debido a lo anterior, fue necesario procesar la información censal mediante la sustitución de los valores negativos por valores cero, esto solamente para efectos del procesamiento matemático, en los resultados finales se tiene en cuenta la desagregación de las UGs con valores con esta característica.

II.6.1.3. Selección de las variables referentes a componentes naturales

La evaluación de la calidad del ámbito físico comprende índices que buscan caracterizar la estructura y funcionamiento del geosistema natural, a través de la medición de los cambios en los componentes físico-geográficos resultado de su interacción con las actividades humanas. Existen diferentes grados de alteración de los componentes naturales que constituyen un geosistema. Las ciudades son el espacio donde se concentra la mayor parte de la población humana y de sus actividades. Por ello, en su territorio coexisten numerosos problemas relacionados con el aprovechamiento de los recursos naturales y con la organización y funcionamiento en equilibrio con el sistema natural.

A partir de lo anterior, se propone el siguiente procesamiento metodológico que tiene como objetivo definir la degradación de los componentes naturales de la ZMM:

Selección de indicadores capaces de describir los niveles de modificación en que se encuentran los componentes y recursos naturales, el objetivo de este índice es resaltar aquellas unidades con situaciones de degradación. Se realiza un inventario y compilación de las variables disponibles para la ZMM. Se consulta información en formato vectorial de la página web del INEGI, se obtiene información de otras oficinas como el COA, y a partir de la imagen espacial SPOT6 del 2014. Las variables seleccionadas pretenden sintetizar la problemática ambiental resultado de la interacción de los componentes naturales y el proceso de urbanización al interior de la ZMM.

Las variables seleccionadas se distribuyen espacialmente entre la zona urbana, periurbana y rural indistintamente por indicador, de acuerdo al fenómeno que evalúan.

II.6.1.4. Selección de las variables referentes a degradación antropogénica

El deterioro ambiental es un problema generalizado a todos los niveles, ya sea en el ámbito global como local. La información ambiental organizada, sistematizada y sintetizada es indispensable para la formulación de políticas y programas de manejo y conservación ambiental. Este índice de degradación ambiental tiene como objetivo clasificar las unidades geocológicas según las situaciones de degradación resultado de las acciones antropogénicas y con ello establecer prioridades de atención.

La carencia de acciones específicas para la protección del ambiente que generen un desarrollo equilibrado y que preocupa a diversos sectores sociales nos plantea que la selección de indicadores en este índice, debe permitir describir situaciones de degradación en las unidades geoecológicas, originadas por los cambios en los patrones culturales y socioeconómicos, el crecimiento demográfico, la concentración urbana de la población, el desarrollo industrial, entre otras, las cuales traen como consecuencia problemas ambientales como la erosión, la deforestación, la contaminación del agua, la contaminación por residuos sólidos y peligrosos, contaminación del aire y la pérdida de la biodiversidad, es decir, de la calidad de vida de la población.

Se realiza el inventario y compilación de las variables disponibles para la ZMM. En el estudio se consultó información en formato vectorial de la página web del INEGI, y finalmente se generó o actualizó información a partir de la imagen espacial SPOT6 del 2014.

II.6.2. Obtención de la Matriz de Datos Originales (MDO)

Se realiza una intersección espacial mediante *Arcgis* 10.0, para transferir los datos de diferentes aspectos (sociales, biofísicos y antropogénicos), desde las bases de datos originales a las unidades geoecológicas. Se reclasifican los datos originales por sumatoria para obtener el total de los datos de las variables originales por unidad geoecológica.

Se compila la Matriz de Datos Originales, que contiene en las filas a las unidades geoecológicas y en las columnas a las variables que se seleccionen. Esta matriz es un sistema organizador de la información que permite la aplicación de métodos cuantitativos.

II.6.3. Conformación de la Matriz de Datos Índices (MDI)

A partir de la Matriz de Datos Originales se realiza el cálculo de cada indicador e índice descrito anteriormente, los resultados del cálculo se organizan en una nueva matriz, por cada grupo de datos originales. Esta Matriz es denominada Matriz de Datos Índices y mantiene la estructura de las filas, pero ahora en las columnas se representan índices o indicadores.

II.6.4. Obtención de la Matriz de Datos Estandarizados (MDZ)

El puntaje Z (estándar); es un coeficiente de variación que se utiliza cuando se desea obtener una visión sintética de la comparación entre variaciones de indicadores que han sido medidos en diferentes unidades. Fue presentado por Haggett (1977) para el estudio de las clasificaciones o tipologías espaciales; este procedimiento es sistematizado por Buzai en casi toda su obra. Se obtiene aplicando la siguiente fórmula a cada valor de los indicadores en la MDI:

$$Z_i = \frac{X_i - m}{\sigma}$$

Donde:

X_i = es el valor que posee cada unidad espacial

M = es el promedio de la variable

Σ = es la desviación estándar

Cuando el procedimiento se realiza en todos los indicadores, cada columna de datos índices pasa a ser una columna de puntajes Z, que se desvía en valores positivos y negativos y al realizar esto se debe comprobar que los resultados arrojen: $\Sigma=0$, $m = 0$, y $\sigma =1$ por cada indicador. Como resultado de aplicar este proceso de homogenización del valor de los indicadores, los mismos se hacen comparables y la Matriz anterior se transforma en la Matriz de Datos Estandarizados (MDZ).

II.6.5. Clasificación bivariada o análisis de correlación de indicadores

Establecer relaciones entre los elementos constitutivos del sistema espacial se convierte en uno de los objetivos del trabajo geográfico. La clasificación bivariada del espacio geográfico surge a partir de la delimitación de áreas homogéneas que reúnen características similares internamente y que se diferencian del resto de las unidades espaciales. La configuración espacial resultante permite establecer la diferenciación areal en base al criterio de homogeneidad. Considerar estas relaciones se debe a la intención de determinar la manera en que los valores medidos en las diferentes unidades espaciales varían conjuntamente o si se determina una situación de causa efecto de que forma varía una cuando se modifica la otra,

en general se trata de medir el grado de relación y la forma que toman, acercándose a uno u otro extremo.

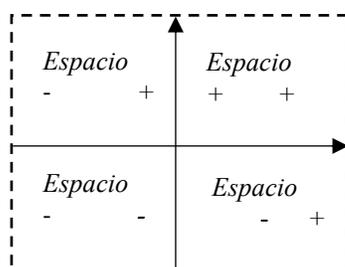
Más allá de la descripción de las distribuciones espaciales, cuya fase es fundamental en el análisis, se debe conocer la relación entre las variables en el análisis socioespacial urbano, en determinar la existencia, y las características de la relación entre dos variables. De acuerdo a Bosque, (1997), esta relación se caracteriza mediante tres elementos interrelacionados: la fuerza, el sentido y la forma de la relación. En el análisis de asociación espacial, mediante gráficos de dispersión 2D (*scatterdiagram*), cada variable queda representada por un eje ortogonal (90°) y cada unidad espacial como un punto de localización x-y a partir de sus valores de coordenadas en cada eje (Buzai y Baxendale, 2006). Este método permite verificar a través de la creación del diagrama de dispersión la existencia de una efectiva relación entre dos variables y la dirección que tiene esta relación (negativa o positiva), en este caso la intensidad solo puede intuirse; cuanto más cercano estén los puntos a la recta de regresión mayor será la intensidad de la relación entre las dos variables y cuanto más dispersos estén menor será la relación hasta que desaparezca. Para lograr un valor cuantitativo que indique la intensidad de la relación se utiliza el coeficiente de correlación de Pearson (r) que surge de la covarianza o variabilidad conjunta de las variables.

En este sentido, se realiza un análisis exploratorio de los datos entre indicadores para verificar el poder explicativo que ofrecen respecto a la Situación Geoecológica de la Zona Metropolitana, con la finalidad de descartar aquellos indicadores que no aportan información relevante o resultan redundantes. Este análisis de correlación múltiple se realiza por grupos de indicadores en el software *SPSS*.²³ Esto es importante para el proceso de ponderación porque si existen dos o más variables altamente correlacionadas, es decir cada uno de ellos explica de manera similar algunas de las dimensiones y componentes que se analizan, entonces, los pesos de estos indicadores son menores que los que les corresponderían si no hubiera correlación con ningún otro indicador o incluso se considera si es pertinente mantener el indicador en la obtención del índice sintético.

Para el análisis del sentido de la relación se calcula la recta de regresión lineal. Una relación positiva indica que el sentido de la recta es desde el cuadrante I (espacio - -) al cuadrante III (espacio ++); siendo negativa cuando se dirige del cuadrante II (espacio - +) al cuadrante IV

(espacio +). A partir de la obtención del valor de correlación se puede obtener el coeficiente de determinación (r^2), el cual explica la variación de una variable en relación a la variación de la otra. Por ejemplo $r = 0.889$ representa un $r^2 = 0.81$, lo que significa que se está explicando el 81 % de la variabilidad.

Figura 2.2. Cuadrante de correlación entre indicadores.



Fuente: Elaboración propia a partir de (Buzai y Baxendale, 2006).

II.6.6. Clasificación de los Indicadores en Categorías

A partir de los valores calculados de los indicadores en la MDZ, se clasifica cada indicador e índice en cinco categorías mediante los métodos de clasificación en el ambiente SIG de *Arcgis* 10.0 (Cuadro 2.13). Los indicadores se clasifican en categorías: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto.

Cuadro 2.13. Métodos de clasificación utilizados en la obtención de categorías de los índices e indicadores.

Método de clasificación	Ventajas	Desventajas
Natural Breaks (Corte natural en la distribución de frecuencias de los datos)	Para datos numéricos que están distribuidos de manera dispar, o que no sigan una distribución normal de valores	Las clases responden solamente al conjunto de datos tratado. Es difícil hacer comparaciones entre dos o más distribuciones. Es difícil distinguir clases cuando el conjunto de datos es distribuido equitativamente
Quantile (Cuantiles)	Ideal para datos numéricos distribuidos de manera lineal. Una distribución lineal se refiere a cuando ordenamos los datos y obtenemos una línea más o menos recta cuando conectamos las barras del histograma. Comparar áreas con tamaños similares. Para enfatizar la posición de uno o más objetos dentro de una distribución ordenada.	En caso de distribuciones no lineales, la división de clases puede separar valores parecidos, exagerando diferencias insignificantes. Por el contrario, se puede agrupar valores muy diferentes en una sola clase, escondiendo diferencias importantes.

Fuente: Elaborado por el autor a partir de Buzai, 2003.

II.6.7. Obtención de la Matriz de Datos Categorizados por grado de intensidad (MDC)

Una importante etapa de la investigación basada en las técnicas de Evaluación Multi-Criterio (EMC) es la aplicación de procedimientos de transformación de los criterios en factores. Los criterios son el paso inicial del proceso de EMC y el punto de referencia para tomar una decisión. La gran cantidad de detalles contenidos en una capa temática, obliga a aplicar procedimientos de generalización y de simplificación con el fin de obtener nuevas capas temáticas con menor número de categorías, de acuerdo con los objetivos que se persiguen. En este caso, para transformar un criterio en factor se aplica un procedimiento de reclasificación, el cual permite obtener una nueva capa temática, más simplificada, y una capa binaria con valores temáticos de 1 a 5, con mejores posibilidades de interpretación. Se asocian a sus grados de intensidad como se explica en el Cuadro 2.14, con el objetivo de homogeneizar los valores de las categorías por grado de intensidad y asignarles valor numérico. La clasificación por grado de intensidad en base a la Matriz de Datos Estandarizados parte de la definición de los indicadores de beneficio y de costo, mediante los cuales se procede a la generación de cartografía síntesis que resume las situaciones de favorabilidad/desfavorabilidad para el índice sumario. Definimos a los indicadores de beneficio como aquellas que en sus máximos valores expresan una situación de máxima favorabilidad (por ej. Nivel de Escolaridad Alcanzado); por el contrario, las variables de costo son aquellas que en sus máximos valores expresan una situación de máxima desfavorabilidad (por ej. Necesidades Básicas Insatisfechas en las viviendas). En Buzai y Baxendale (2008) se ha desarrollado con amplitud la clasificación espacial considerando variables de beneficio, de costo, de objetivo y variables neutras, con la finalidad de obtener una clasificación de unidades espaciales mediante indicadores de planificación territorial, estos conforman una nueva matriz; la Matriz de Datos Categorizados (MDC).

Cuadro 2.14. Valor por nivel de intensidad para indicadores de beneficio y costo.

Categorías Clasificación SIG	Nivel de Intensidad	
	Indicadores de beneficio	Indicadores de costo
Muy Alta	1	5
Alta	2	4
Media	3	3
Baja	4	2
Muy Baja	5	1

Fuente: Elaborado por el autor.

II.6.8. Ponderación de los indicadores. Matriz de Datos ponderados

Se trata de calcular el porcentaje de ponderación o peso de cada indicador e índice en la matriz de datos categorizados, mediante el proceso de análisis jerárquico.

Método para el Proceso de Análisis Jerárquico. Árbol de decisiones

El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP), consiste en formalizar la comprensión intuitiva de un problema multicriterio complejo, mediante la construcción de un modelo jerárquico. Es una metodología para estructurar, medir y sintetizar. Ha sido aplicado ampliamente en la solución de una gran variedad de problemas que permite estructurar el problema en forma visual. El modelo jerárquico contiene tres niveles; meta u objetivo, criterios y alternativas (Toskano, 2005). El AHP utiliza comparaciones entre pares de elementos, construyendo matrices a partir de estas comparaciones, y usando elementos del álgebra matricial para establecer prioridades entre los elementos de un nivel, con respecto a un elemento del nivel inmediatamente superior.

El modelo jerárquico tiene tres funciones básicas: estructurar la complejidad, medir en una escala y sintetizar. La estructuración de la complejidad utiliza la estructuración jerárquica de los problemas en subproblemas homogéneos. De hecho, el uso de la descomposición jerárquica es una de las grandes virtudes del método, puesto que se descompone una meta u objetivo en factores más simples, es decir, un problema se descompone en subproblemas, los cuales están relacionados directamente con el problema inicial, y al lograr la solución de los subproblemas y manteniendo la relación existente entre ellos, se consigue la solución del problema inicial.

El AHP permite realizar mediciones de factores tanto subjetivos como objetivos a partir de estimaciones numéricas, verbales o gráficas, lo cual le provee una gran flexibilidad, permitiendo esto, gran variedad de aplicaciones en campos distintos unos de otros. El hecho de tener definida una escala general, aplicable a cualquier situación, permite la globalización del método y lo hace sencillo de aplicar para quien toma la decisión. Además, la escala es clara y provee una gran amplitud para las comparaciones. La síntesis aunque el nombre incluya la palabra análisis, el enfoque del AHP es totalmente sistémico, ya que aunque analiza las decisiones a partir de la descomposición jerárquica, en ningún momento pierde de vista el objetivo general y las interdependencias existentes entre los conjuntos de factores, criterios y alternativas, por lo tanto, este método está enfocado en el sistema en general, y la solución que presenta es para la totalidad, no para la particularidad (Osorio y Orejuela, 2008).

El principio del proceso de Saaty se fundamenta en dar valores numéricos a los juicios dados por las personas involucradas, logrando medir como contribuye cada elemento de la jerarquía a nivel inmediatamente superior del cual se desprende. El AHP dispone de un software de apoyo y su aplicación comprende una diversa gama de experiencias prácticas en campos muy diversos, el software Expert Choice es el más utilizado para la aplicación del AHP (Toskano, 2005). Para la aplicación del software:

1. Se genera la estructura del modelo jerárquico del problema en cuestión, es decir, se organiza la información en objetivo principal y los criterios, que en este caso son los indicadores e índices, mismos que ayudaran en la solución del problema. Luego se define el objetivo del modelo, por ejemplo; Determinar el grado de influencia de cada indicador en el cálculo de cada uno de los tres índices principales, los cuales son introducidos en el software Expert Choice, así se organizan y conservan los grupos y la jerarquía de los indicadores (figura 2.4). Este procedimiento se realiza con los indicadores de cada índice sintético; Socio-habitacional, Degradación natural y Degradación antropogénica.

2. Comparaciones pareadas entre grupos de indicadores; Se realiza la comparación pareada en los tres grupos de indicadores que componen cada uno de los grupos. En esta etapa del análisis se asignan valores numéricos a las preferencias o juicios dados por los expertos, de esta manera se puede medir la contribución de cada indicador e índice en la obtención del objetivo o meta principal. De forma simultánea a las comparaciones pareadas se realiza un

análisis comparativo entre los mapas de cada indicador y las relaciones espaciales que presentan. Bajo el análisis visual y estadístico de dichos mapas se establecieron los valores de preferencia sobre cada atributo (indicadores e índices). Así mismo, es determinante en esta etapa del proceso de análisis jerárquico el conocimiento previo y la experiencia adquirida en trabajos relacionados a la evaluación del territorio por parte del experto. Los valores de juicio dados durante las comparaciones pareadas, se fundamentan en escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad, tomando como plataforma la escala numérica (Cuadro 2.15) propuesta por Saaty que va desde 1 hasta 9 (Toskano, 2005).

Cuadro 2.15. Escala de preferencias de saaty adaptada.

Planteamiento verbal de la preferencia	Interpretación	Calificación numérica
De igual Importancia	2 aspectos contribuyen de igual forma al objetivo	1
Moderada Importancia	La experiencia y el conocimiento favorecen levemente a una actividad sobre la otra	3
Fuertemente Importante	La experiencia y el conocimiento favorecen fuertemente a una actividad sobre la otra	5
Esencialmente Importante	Una actividad es mucho más favorecida que la otra; y su predominio se demuestra en la práctica	7
Extremadamente Importante	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra, es absoluta y totalmente clara	9
Valores intermedios	Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes	2, 4, 6, 8

Fuente: Elaborado por el autor adaptado de Toskano, 2005.

3. Prioridad de los Indicadores; Una vez elaboradas las comparaciones pareadas se calcula la prioridad que adquiere cada elemento (indicador) en términos de la meta global, que en este caso es la ponderación de los indicadores. Este paso se conoce como la síntesis de los juicios, obteniendo como resultado la prioridad de cada atributo o indicador expresado en porcentaje, es decir, se obtiene la importancia o peso que adquieren los indicadores considerados en el análisis de cada grupo de indicadores.

4. Una vez que se obtiene el porcentaje de ponderación para cada indicador se multiplica por los valores del indicador en la Matriz de Datos Categorizados (MDC) y se genera una nueva matriz; la Matriz de Datos Ponderados (MDP).

II.6.9. Obtención del Índice Sintético

En la Matriz de Datos Ponderados (MDP), se suman de forma horizontal (es decir los valores de las columnas en cada fila) los resultados obtenidos de cada indicador para cada unidad geoecológica; el resultado se incluye en una nueva columna que se identifica como Índice Sintético de acuerdo al índice que se analiza por cada uno; Condiciones Socio-Habitacionales, Degradación de los Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas.

Para determinar los rangos o categorías del Índice sintético, se calcula la media del valor del Índice en su columna; a partir de la media se estima la diferencia entre esta y el valor máximo y se divide entre tres niveles; estos conforman las categorías de valores medios, altos y muy altos, así mismo, la diferencia entre la media y el valor mínimo se divide entre dos y estos últimos rangos describen las categorías de valores muy bajos y bajos, o se aplican otros métodos de clasificación del SIG como; Cortes Naturales y Desviación Estándar.

II.7. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL DIAGNÓSTICO GEOECOLÓGICO

La evaluación de la última fase de la investigación se sustenta bajo el enfoque sistémico del análisis multicriterio. La clasificación multivariada del espacio geográfico genera como resultado una diferenciación areal en torno a la combinación de una gran cantidad de variables, las cuáles se consideran relevantes para llegar a la definición de unidades espaciales diferenciadas claramente mediante su configuración espacial, producto de la alta homogeneidad interna relativa y, por el contrario, de la heterogeneidad con respecto a las demás unidades espaciales o áreas geográficas (Buzai 2003, 2014). En este aspecto, el análisis multivariado con fines clasificatorios puede aplicarse desde dos perspectivas; la primera, centrada en la clasificación de las variables, para lograr macrovariables o componentes de la problemática en cuestión; la segunda, centrada en la correlación de

unidades espaciales, para la obtención de áreas o regiones geográficas (Buzai y Baxendale, 2006; Sánchez, 2007). Ambas posibilidades analíticas parten del cálculo de distancias multivariadas a partir del cual queda expresado el grado de asociación entre la totalidad de variables o de unidades espaciales. El resultado final de la clasificación multivariada es la construcción de áreas sociales homogéneas, como modelo socioespacial, que evidencia las heterogeneidades espaciales internas del área de estudio, siendo una representación simplificada de la realidad que expresa sus características más significativas.

Entre los métodos de análisis multivariado más comunes podemos mencionar el método del Valor Índice Medio, el Análisis Linkage, Análisis Clúster y el Análisis Factorial. (Humacata, 2014: 9, 2015). Para la presente investigación aplicaremos el método del Valor del Índice Medio.

Esta metodología forma parte de los métodos de clasificación alternativos, se le nombre “Metodología del Valor del Índice Medio”, porque se define en la obtención de un índice capaz de reflejar las condiciones generales de cada una de las macrovariables evaluadas, sobre la medición del comportamiento del conjunto de las indicadores e índices que los caracterizan, y con ello lograr una clasificación y jerarquización de un conjunto de casos. Para ello, se utilizan los resultados del cálculo de los dos índices sintéticos tratados como macrovariables. Se debe tener en cuenta que esta metodología alcanza su mejor aplicación cuando está enfocada a determinar los casos dentro de un conjunto de unidades territoriales, que tienen mayor semejanza entre sí como para conformar subconjuntos particulares, derivando tal semejanza a partir de la similaridad (homogeneidad) que existe entre el valor de las variables de esas unidades territoriales, de esa manera se evalúan las macrovariables de conjunto mediante un tratamiento matemático de relativa complejidad García de León (1989, 1997). Los dos índices sintéticos, como hemos explicado son:

- el referido al espacio donde transcurre el desarrollo urbano, se relaciona al hombre y sus necesidades de crecimiento; con indicadores demográficos, sociales, económicos y habitacionales.
- y el índice relacionado con el hombre y su capacidad de transformar el espacio geográfico: el índice sintético de degradación del medio físico-geográfico, con indicadores de la degradación de los componentes naturales y por las modificaciones antropogénicas, que

reúne indicadores que tipifican las consecuencias en el entorno urbano de la actividad antrópica.

Cada una de estas macrovariables agrupa una serie de índices e indicadores que representan en su contexto diferentes problemáticas del territorio, y que cuando se integran en una matriz, demuestran cómo su impacto no se produce de manera aislada sino que se combinan para obtener de forma simultánea diferentes categorías de la Situación Geoecológica del paisaje urbano.

El empleo de la metodología consta de cinco fases con sus respectivas actividades, la primera de ellas consiste en crear la base de datos digital, conformada por datos geográficos, es decir espaciales y atributos o temáticos. Para esto, previamente, se realizó una selección de variables e indicadores, ver epígrafe II.5.

Para el cálculo del objetivo final, el Diagnóstico Geoecológico de la ZMM, se inicia el mismo proceso metodológico con los valores obtenidos de cada uno de los índices sintéticos, cabe señalar que en este procesamiento no es necesario realizar un análisis de correlación, debido a que por su definición estos índices o macrovariables, explican dimensiones diferentes del área de estudio:

La segunda fase de la investigación y primera del método mencionado, consistió en construir una matriz de datos estandarizados (MDZ), a partir de la matriz de datos iniciales (MDI); para esto se obtiene el puntaje estándar calculando la sumatoria Σ , el promedio χ y el desvío estándar σ , de cada variable en cada columna. Luego se obtiene el puntaje “z” para cada una de las mediciones individuales de acuerdo a la fórmula:

$$Z = \frac{Xi - X}{\sigma}$$

Con este cálculo cada dato original se transforma en un puntaje que se desvía en valores positivos y negativos respecto de $\chi = 0$, siendo $\sigma = 1$. Como indica Buzai (2003), este proceso permite derivar representaciones cartográficas (mapas) perfectamente comparables, uno para cada variable. Como parte de la tercera fase se clasifican los resultados obtenidos por el puntaje “z” en la Matriz de Datos Estandarizados (MDZ) de acuerdo a los intervalos presentados en cuadro 2.16, posteriormente con dicha clasificación se puede generar una salida cartográfica de los primeros resultados.

Cuadro 2.16. Intervalos para matriz de calificación.

Valor estandarizado (Puntaje z)	Calificaciones del indicador	Indicador Categoría
< -1	1	Muy inferior a la media
Entre -1 y -0.50	2	Inferior a la media
Entre -0.50 y 0	3	Inferior cercano a la media
Entre 0 y 0.50	4	Superior cercano a la media
Entre 0.50 y 1	5	Superior a la media
> 1	6	Muy superior a la media

Fuente: García De León, 1989.

La cuarta fase, consiste en efectuar el cálculo del Valor de Índice Medio (VIM) para cada unidad geocológica sumando en el sentido de las filas la totalidad de las calificaciones (c) obtenidas y dividir el resultado por la cantidad de variables utilizadas (n), como se muestra a continuación:

$$VIM = \frac{\sum c}{n}$$

Por último la quinta fase, se clasifican las unidades geocológicas sobre la base de cinco intervalos para realizar la cartografía síntesis (regionalización), con cinco categorías; dos rangos de valores superiores a la media del conjunto; uno cercano a la media y dos rangos de valores inferiores a la media del conjunto, este procedimiento se puede llevar a cabo de forma manual o se pueden aplicar los métodos de clasificación del SIG mediante los métodos; Desviación Estándar o Cortes naturales. Se recomienda realizar una comparación entre los resultados obtenidos por cada vía, y con ello determinar la clasificación de las categorías que más se aproxima a los aspectos analizados del índice sumario.

A partir de la evaluación de la intensidad de los cambios en el sustrato natural y el grado de naturalidad en niveles hemeróbicos del geosistema, resultado de los procesos geocológicos, ver cap. I, se describen las categorías del Diagnóstico Geocológico: *Situación Transformación leve*, *Situación Transformación Media*, *Situación Transformación Extensiva*, *Situación Muy Transformado* y *Situación Transformación Extrema*, las cuales sintetizan la Calidad Geocológica del geosistema a través del modelo de los subsistemas físico-natural y económico - social, en las unidades geocológicas.

RESUMEN DEL CAPÍTULO

Para llevar a cabo el Diagnóstico Geoecológico, se definieron 30 índices e indicadores (conformados por 58 variables), resumidos en dos índices sintéticos; mediante los cuales se realizó una caracterización y análisis de la estructura y funcionamiento de los sistemas que integran el paisaje, y de las afectaciones que han sufrido en su estabilidad ambiental (Geoecológica) por las acciones antropogénicas. Se aplicaron; 8 indicadores de la dimensión demográfica, 5 indicadores de la dimensión social, 4 de la dimensión económica y 1 índice de la dimensión habitacional que integran el índice sintético; de las Condiciones Socio-Habitacionales. Tres índices del componente vegetación, 2 índices del componente suelo, 2 indicadores del componente hidrología, 1 índice del componente relieve, 1 indicador del componente geología, 1 indicador del componente atmosférico, y 2 índices representativos de las modificaciones antropogénicas; que integran el índice sintético de la Degradación de los Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas.

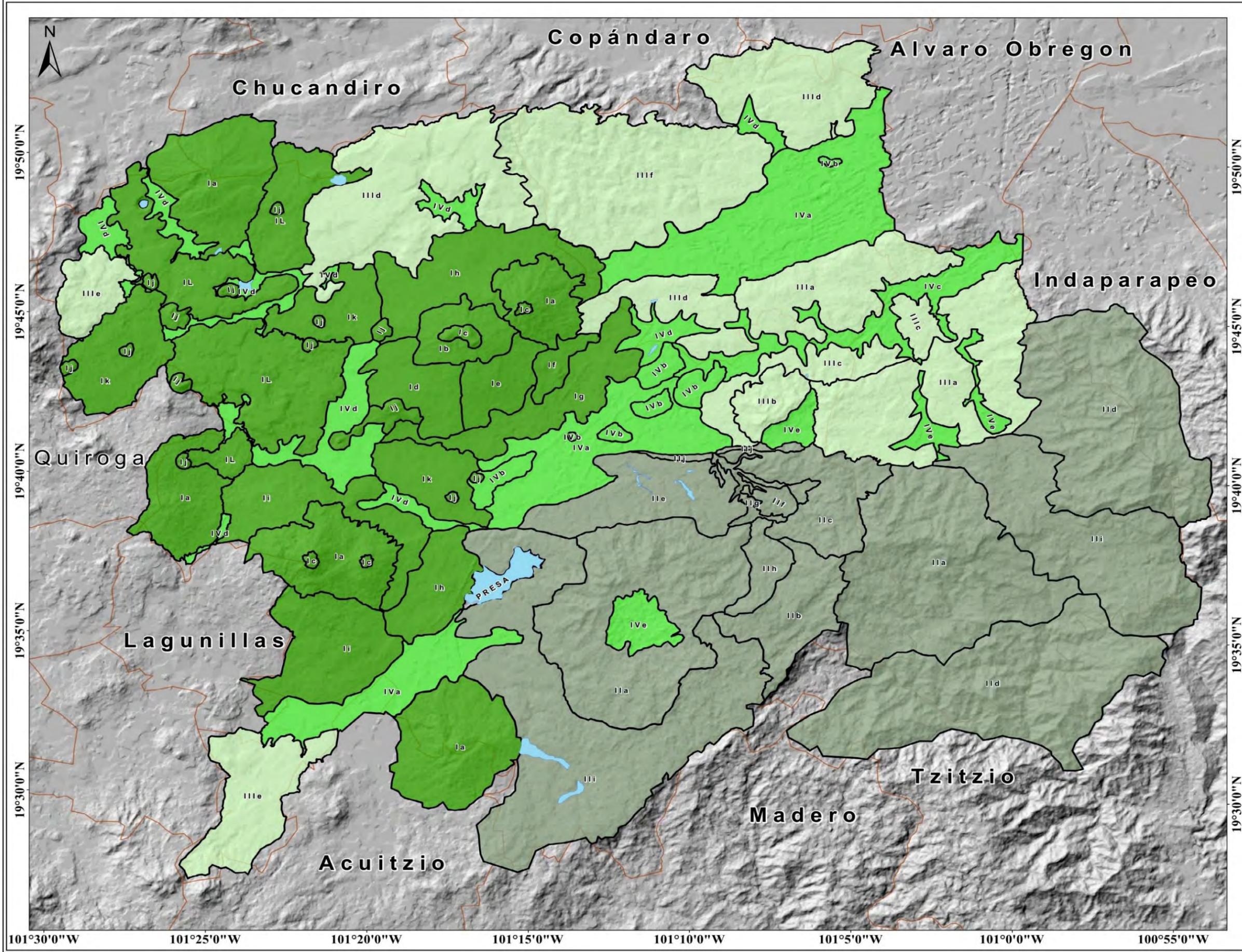
CAPÍTULO III. DIFERENCIACIÓN GEOECOLÓGICA DEL PAISAJE NATURAL Y CULTURAL DE LA ZMM

En el presente capítulo se propone caracterizar y delimitar la Zona Metropolitana de Morelia en función de sus condiciones naturales y de la Tipología de la Cobertura Terrestre y el Uso del Suelo, mediante el enfoque geoecológico. Se realiza la delimitación y caracterización de las UGs y por último la descripción y subdivisión de la ZMM en Zonas Geoecológicas; Zona Urbana (paisaje cultural), Zona Periurbana (paisaje antropo-natural) y Zona Rural (paisaje semi-natural). A partir de esta metodología y como parte de su implementación en la práctica, se publicó un artículo en donde se aplica esta metodología, para la Zonificación Geoecológica del área del plan de desarrollo urbano de la ciudad de Morelia, [ver Anexo 3.1 en Archivos Digitales Artículos](#).

III.1. CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES FÍSICO-GEOGRÁFICAS DE LA ZONA METROPOLITANA DE MORELIA

Inicialmente se realizó la compilación inicial de gabinete, en la cual se recopila la información analógica y cartográfica (capas temáticas) existente para el área de estudio. Las capas temáticas son estandarizadas en cuanto a proyección, escala e integridad de bases tabulares asociadas, y son actualizadas con imágenes SPOT6 del mes de septiembre del 2014. Sobre esta base se generó el Modelo Sombreado del Terreno en el cual se establecen los límites de las unidades morfológicas del relieve como base de las Localidades y Comarcas físico-geográficas. Se establecieron las Localidades físico-geográficas, a partir de la interpretación de la asociación de mesoformas del relieve. Al interior de las Localidades se definen las Comarcas o parajes físico-geográficos, estas últimas tienen como base las partes o elementos que conforman las mesoformas del relieve, y se superponen sucesivamente los mapas de la composición litológica, las unidades de suelo, y la vegetación originaria, para obtener un mapa base o de gabinete de los paisajes físico-geográficos. En el levantamiento de campo se verifica y rectifica el mapa de conjunto con la imagen satelital y por último se realiza el trabajo final de edición en gabinete, con ello se obtiene la Leyenda que describe las unidades del paisaje definidas ([ver Anexo 3.2 en Archivo Digital Word](#)) y el **Mapa 3.1. Unidades Físico-Geográficas del paisaje en la Zona Metropolitana de Morelia**, a continuación:

Unidades Físico-Geográficas del paisaje en la Zona Metropolitana de Morelia



LEYENDA

Unidades Físico-Geográficas de la ZMM	Cantidad de Polígonos
I. Montañas volcánicas, ligera a medianamente disecionadas (100-500 m/km ²)	38
II. Montañas ligeramente disecionadas (100-250 m/km ²), lomeríos y colinas fuertemente disecionadas (80-100 m/km ²)	14
III. Montañas ligeramente disecionadas (100-250 m/km ²), con laderas ligera a fuertemente inclinadas (5°-30°)	11
IV. Valles fluviales y depresiones interfluviales e intermontañas	24

Leyenda de las Unidades del Paisajes Físico-Geográficos
(Localidades y Comarcas físico-geográficas)

Como resultado del análisis se delimitaron, clasificaron y cartografiaron 4 localidades y 33 comarcas de paisajes físico-geográficos para el área de estudio. La nomenclatura que se emplea en el mapa y su leyenda, consiste en número romano para las localidades mientras que se codifica con una letra minúscula, por orden alfabético, a las comarcas. A continuación se describen las Localidades de cada unidad físico-geográfica del paisaje:

- Paisajes en clima templado subhúmedo**
- I. Montañas volcánicas, ligera a medianamente disecionadas (100-500 m/km²),** formadas según el sistema de topofomas como escudo de volcanes, por basaltos y roca ignea extrusiva, ignimbritas, andesitas, dacitas, brecha volcánica intermedia y coladas de lavas basálticas, con cimas en forma de conos o cráteres, presencia de domos o volcanes monogenéticos, laderas y piedemontes de suave, ligera y fuertemente inclinadas (3°-30°), lomeríos y llanura colinosa con pendiente muy suave a ligeramente inclinada (1°-5°), con una altitud entre 3080 y 1890 metros sobre el nivel del mar, con vegetación densa; bosque de encino y bosque de encino-pino, vegetación secundaria arbustiva de selva caducifolia, con matorral subtropical de vegetación arbustiva y herbácea, pastizal inducido, agricultura de temporal anual y riego; con bosque de tipo cerrado, semiabierto y abierto y asentamientos humanos, sobre andosoles, leptosoles, luvisoles, phaeozems, acrisoles y Litosol.
 - II. Montañas ligeramente disecionadas (100-250 m/km²) y algunos lomeríos y colinas fuertemente disecionados (80 - 100 m/km²),** formados de acuerdo al sistema de topofomas sierra volcánica con estrato volcánicos o estrato volcánicos aislados, por andesitas, ignimbritas, basaltos, brecha volcánica básica, dacitas, basaltos y depósitos de caída, con cimas aplanadas o redondeadas, piedemontes y laderas ligera a fuertemente inclinadas (10°-30°) y superficie cumbre con altitud entre 1500 y 2500 metros sobre el nivel del mar, bosque de encino con vegetación secundaria arbustiva y herbácea, plantación forestal, pastizal inducido, agricultura de temporal con cultivos anuales, sobre regosoles, acrisol, umbrisol, litosol, luvisol, phaeozems y vertisoles.
 - III. Montañas ligeramente disecionadas (100-250 m/km²),** formadas por ignimbritas, basaltos, dacitas, andesitas y depósitos de caída, con laderas ligera a fuertemente inclinadas (5°-30°), y cimas ligera a medianamente inclinadas (10°-20°), con altitud entre 1870 y 2880 metros sobre el nivel del mar, con asentamientos humanos y pastizal cerrado, matorral cerrado, matorral-pastizal y cultivos de riego, sobre vertisoles, phaeozems y leptosoles.
 - IV. Valles fluviales y depresiones interfluviales e intermontañas,** formados de acuerdo al sistema de topofomas llanura aluvial, sobre lavas volcánicas basálticas, ignimbritas, travertino, dacita y riolita, en depósitos lacustres y depósitos superficiales, con llanuras onduladas ligera, mediana y fuertemente disecionadas (2.5-5, 5-10 y 10-15 m/km²), llanura plana (0-2.5 m/km²) y algunos lomeríos ligeramente disecionados (40-60 m/km²), con fondo muy suave a ligeramente inclinado (1°-10°), y planas (< 1°), con una altitud entre 1800 y 2100 metros sobre el nivel del mar, con agricultura de temporal con cultivos anuales zona urbana, agricultura de temporal anual, sobre vertisol pelico, phaeozems haplico.

REFERENCIA ESPACIAL

-Elipsoide WGS84 -Datum Geodésico WGS84
-Proyección UTM, Z14 N -Sistema de Coordenadas Geográficas.-Unidades Metros

Símbolos Convencionales

- Unidades Físico-Geográficas de la ZMM
- Cuerpos de Agua
- Límite Municipal de Michoacán

PRESA

Elaborado por: Msc. Ayesa Martínez Serrano

III.2. CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES GEOECOLÓGICAS DE LA ZONA METROPOLITANA DE MORELIA

Se utilizó una tipología que integra la cobertura terrestre y uso del suelo, que representa la estructura antropogénica del paisaje, realizada por los autores, ver Anexo 2.1. Para la cartografía de las clases y tipos de cobertura / uso, se utilizó la imagen satelital en combinación de color RGB; color natural o real. Se establece el tamaño de píxel que cumple la escala de salida cartográfica, 1: 20 000, con un área mínima cartografiable de 4 x 4 mm o 6400 m², y resolución espacial de la imagen de 1,5 m, se tiene en cuenta que la longitud del píxel debe ser la mitad de la longitud más pequeña que sea necesario representar. Ello permitió identificar, clases y subclases en términos de cobertura terrestre y los diferentes tipos en función del uso del suelo.

Establecida la Tipología de la Cobertura Terrestre y el Uso del Suelo se procedió a realizar la digitalización de las clases y los tipos de cada cobertura y usos del suelo; tomando como base las unidades del paisaje Físico-Geográfico y mediante la interpretación visual, la verificación en campo y la clasificación supervisada en el software Envi 4.5, al interior de las unidades del paisaje. Como resultado se digitalizaron 898 polígonos que se agrupan en las 6 clases y 35 usos del suelo, establecidos en la Tipología, respectivamente. Luego se procedió a la compilación del mapa de Coberturas Terrestres y Usos de Suelo de la ZMM. Mediante el método matricial; en la vertical de la matriz se presentan las Comarcas de paisajes Físico-Geográficos y en la horizontal las clases y tipos de cobertura/uso del territorio, y como resultado del cruce de información del mapa de las Unidades Físico-Geográficas y el mapa de Coberturas Terrestres y Usos de Suelo, se identificaron las Unidades Geocológicas del territorio. Se documentaron 281 Unidades Geocológicas para el territorio ([ver Matriz Anexo 3.3 en Archivo Digital Word](#)), que agrupan 898 polígonos. Se describieron las características generales de cada unidad con información obtenida por trabajo de campo y referencias fotográficas. El procedimiento culminó con la compilación cartográfica de las Unidades Geocológicas del área de estudio, ver **Mapa 3.2. Unidades Geocológicas de la Zona Metropolitana de Morelia**

[Mapa 3.2. Unidades Geocológicas de la ZMM.](#)

Las unidades geoecológicas delimitadas permiten identificar el basamento físico - geográfico de los paisajes sobre los cuales se asentó y creció la ciudad y es el resultado de la interacción paisaje natural - ocupación de la actividad humana. Desde esta perspectiva, resulta recomendable emplear estas unidades espaciales, en los análisis de la problemática social, económica y ambiental debido a que las mismas representan sistemas funcionales de la interacción entre la Naturaleza y la Sociedad que manifiestan la apropiación histórica del territorio y sus consecuencias.

III.3. ZONIFICACIÓN GEOECOLÓGICA DE LA ZONA METROPOLITANA DE MORELIA

La Zonificación Geoecológica partió del análisis de la distribución y caracterización de estas unidades. Se analiza el comportamiento espacial de las UGs identificadas, con el objetivo de interpretar cual es el patrón que describen en el área y la formación de grupos o zonas que presenten características homogéneas entre ellas, que puedan ser delimitadas espacialmente. Para ello, se tomaron en cuenta los criterios que se asumen para conceptualizar los espacios urbanos, periurbanos y rurales que se describen a continuación, ver epígrafe I.3, Cap. I. Los resultados esperados de este procedimiento son obtener una delimitación espacial precisa del área a considerar como urbana, periurbana y rural en el área de aplicación.

Retomamos para esta investigación que el espacio urbano es definido a partir de la concentración de los polígonos de las unidades geoecológicas que presentan la cobertura habitacional e infraestructura; el límite que conforman estos polígonos se tomará como el límite de la zona urbana. La interfase periurbana se establece fundamentalmente por el incremento de áreas verdes y de cobertura habitacional tipo fraccionamiento y de menos densidad; el límite se fijará a partir de la agrupación de estos polígonos. El espacio rural se establece a partir de los núcleos de asentamientos rurales principales y su área de influencia; se delimita por la integración de los polígonos de vegetación y cultivos principalmente, incluidos los de tipo habitacional de viviendas dispersas.

Se realizó el análisis espacial de las Unidades Geoecológicas (UGs) según las clases de cobertura y el uso del suelo que la conforman. Primero, se superpone la capa de las UGs formadas por las clases, Habitacional e Infraestructura para definir, por medio de los límites

de dichas unidades, el límite entre la zona urbana y la zona periurbana del territorio. En el paso siguiente, se superponen las UGs con la clase de cobertura /uso, Vegetación y Áreas cultivadas. A partir de los límites espaciales de las Unidades Geoecológicas que conforman esta capa, se establecen los límites entre las zonas Periurbana y Rural del área de estudio, todo ello por medio del análisis de localización, distribución e interacción de las UGs en el ambiente SIG. El límite externo de la zona rural es el límite del área de estudio. De tal manera, el análisis espacial de las UGs en el área de aplicación nos permite establecer la Zonificación mediante criterios funcionales naturales y sociales. Para conocer si los espacios delimitados en las zonas; Urbana, Periurbana y Rural cumplen con las características definidas para las mismas, se tuvieron en cuenta los criterios establecidos para cada una de estas áreas y se revisó la descripción de las Unidades Geoecológicas que integran cada zona, para comprobar si cumplen con los elementos que definen a cada zona para esta investigación; Zona Urbana (paisaje cultural); se limita con las unidades administrativas establecidas por el INEGI del Censo de 2010; las (AGEBs) como base, para ello se emplea el límite exterior del espacio que conforman las AGEBs para la ciudad de Morelia. Zona Rural (paisaje seminatural); se establece en los núcleos de asentamientos rurales principales y su área de influencia, se tiene en cuenta la clasificación del INEGI del censo de 2010, para localidades rurales. Se evalúan las cualidades principales que describen el espacio rural en la literatura y lo anteriormente mencionado. Zona Periurbana (paisaje antropo-natural); está conformado por una franja, se selecciona un límite interior y un límite exterior. El límite interior se establece a partir de la propia limitación exterior de las AGEBs, es decir, el límite de la Zona Urbana. Así el límite exterior se constituye por la limitación interna del espacio rural.

III.3.1. Descripción de la Zonificación Geoecológica del territorio a partir de las Unidades Geoecológicas

Unidades Geoecológicas Urbanas: Las unidades geoecológicas urbanas constituyen 404 polígonos del total obtenido para el área (898), y una superficie de 105.3 Km². Para su descripción se tiene en cuenta la caracterización general por paisaje Físico – Geográfico y Tipología de Cobertura Terrestre y Uso del Suelo que representan; ocupan parte de las 3 localidades y de 14 comarcas Físico-Geográficas del territorio: I d, I e, I f, I g, II e, II j, III b,

III c, III d, IV a, IV b, IV c y IV d. Esto representa un predominio de las unidades Físico-Geográficas; I g, II e, IV a, por lo que el espacio urbano se caracteriza principalmente por su desarrollo en el fondo del valle fluvial, amplio, con depósitos superficiales fluviales y lavas volcánicas basálticas e ignimbritas, planos a muy suavemente inclinados (1° - 3°), con restos de terrazas fluviales erosivas sobre, con suelos Vertisoles y Phaeozem. Ocupa también el Espacio Urbano un paisaje de piedemontes, formados por ignimbritas o por coladas de lava basáltica, muy suave a ligeramente inclinados (3° - 10°) con suelos Leptosoles. En particular, la parte central del Espacio Urbano está ocupada por el tipo de uso denominado “Casco Histórico de la ciudad de Morelia” (Ia6) y los tipos de uso, de la cobertura Habitacional: Ia1, Ia2, Ia3, Ia4, Ia5, Ia6, Ib1, Ib2, Ib3yIc1 los tipos de usos de la cobertura Infraestructura - equipamiento: II 1, II 2, II 3, II 4, II 5, II 6, II 7, II 8, II 9. Se identifican en este espacio, sub-centros urbanos los que se caracterizan por desarrollar servicios especializados, típicos de centros urbanos que concentran centros comerciales y servicios, y además, por la presencia de instituciones de gobierno, de administración y los servicios públicos. Existe una red estructurada de servicios como; agua entubada, electricidad, alcantarillados, viales y obras hidrotécnicas que atraviesan la ciudad. El área urbanizada de este espacio ocupa aproximadamente el 90 %, mientras que el 10 % son espacios de cobertura vegetal referida a áreas verdes de jardines, espacios baldíos con matorral-pastizal, pastizal cerrado y algunos bosques cultivados cerrados y abiertos (fotografías 3.1).

Fotografías 3.1. Unidades Geocológicas Urbanas de la ZMM.



Fuente: Fotografías tomadas en trabajo de campo.

Unidades Geoecológicas Periurbanas: Las unidades geoecológicas periurbanas constituyen 232 polígonos del total obtenido para el área (898), y una superficie de 142.7 Km². Para su descripción se tiene en cuenta la caracterización general por paisaje Físico – Geográfico y Tipología de Cobertura Terrestre y Uso del Suelo que representan; ocupan parte de las 4 localidades y de 23 comarcas físico-geográficas del territorio; Id, I f, I g, I h, I j, I k, II a, II e, II j, II f, II h, II i, III a, III b, III c, III d, IV a, IV b, IV c, IV d y IV e, de los cuales predominan las comarcas; IV a, II e, III d, por lo que el paisaje periurbano se desarrolla en los piedemontes, con rocas de tipo ignimbritas, coladas de lava basáltica depósitos de caída, suave a ligeramente inclinados (3° -10°); en laderas de montañas de ignimbritas, ligera a medianamente inclinadas (15°-20°), con superficies cumbres muy suave a suavemente inclinadas (1°-5°); en lomeríos ligera a medianamente disecionados (40-100 m/km²) formados en basaltos, dacitas, y depósitos de caída, con laderas desde muy suave a fuertemente inclinadas (3°-30°), en partes escarpadas y en el fondo de valles fluviales amplios, con depósitos fluviales superficiales o sobre lavas volcánicas basálticas, planos a muy suavemente inclinados (1°-3°). Se aprecia la diversidad del paisaje en ocasiones incompatible con el uso urbano, pero realmente el espacio se encuentra parcialmente urbanizado y con tendencia a la urbanización. En el Espacio Periurbano se encuentran tipos de uso de la clase Habitacional principalmente; Ia2, Ia3, Ia4, Ib1, Ib2, Ib3, y Ic1, de la clase Infraestructura – equipamiento; II1, II2, II3, II4, II5, II7 y II10, además las clases Cultivos: IV1, IV3, Suelos desnudos; V1, V2, V3 y la vegetación; III1, III2, III3, III4 y III5. Se identifican las unidades geoecológicas con subespacios de uso predominante en comercios, servicios y equipamiento a nivel urbano, se reconocen elementos de la estructura urbana en forma de corredores sobre las vialidades secundarias y primarias, espacios que conforman asentamientos urbanos, predominantemente habitacionales, mezcladas con servicios e industria y equipamiento de nivel básico, de tipo baja intensidad. El servicio de agua entubada se proporciona mediante la red de Organismo Operador de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento de Morelia (OOAPAS) principalmente y por pipas y pozos, el sistema de alcantarillado es discontinuo. El servicio de energía está a cargo de la CFE, y existen en ocasiones instalaciones ilegales. La infraestructura vial es de segundo y tercer orden, de asfalto y terracería. Las viviendas son principalmente de tipología de casas

independientes; de 1 y 2 pisos y hasta 3 pisos, estucadas y pintadas y sin estucar o pintar, con patio, jardines, unifamiliar, se aprecia en generalidad que la población local posee pocos recursos económicos por la calidad de las construcciones de las viviendas en algunos espacios. Existen además viviendas con tipología de materiales temporales, en muy malas condiciones y se aprecia que algunas les han realizado ampliaciones o trabajos constructivos en general pero la mayoría no cumple las reglas básicas de construcción. El área está urbanizada parcialmente. Se observa cobertura vegetal en un 20 % del área referida a espacios baldíos, presencia de matorral pastizal, pastizal cerrado, cultivos de temporal, plantaciones de árboles cerradas y bosque abierto (fotografías 3.2).

Fotografías 3.2. Unidades Geoecológicas Periurbanas de la ZMM.



Fuente: Fotografías tomadas en campo por la autora.

Unidades Geoecológicas Rurales: Las unidades geoecológicas rurales constituyen 262 polígonos del total obtenido para el área (898), y una superficie de 1686.71 Km². Para su descripción se tiene en cuenta la caracterización general por paisaje Físico – Geográfico y Tipología de Cobertura Terrestre y Uso del Suelo que representan; ocupa parte de las 4 localidades y 29 comarcas fisico-geográficas del territorio; I a, I b, I c, I d, I e, I f, I g, I h, I i, I j, I k, I L, IV a, IV b, IV c, IV d, IV e y la presa Cointzio, de los cuales predominan las comarcas; I a, IV a, III a, por lo que el paisaje rural se desarrolla en el valle fluvial y Montaña ligeramente diseccionadas, con depósitos superficiales fluviales y sobre lavas volcánicas

basálticas, planos a muy suavemente inclinados (1° - 3°), en depresiones interlávicas, en laderas de montañas, con andesitas, brecha volcánica intermedia y coladas de lavas basálticas, ligera a medianamente inclinadas (10° - 20°); en laderas de montañas formadas en ignimbritas, dacitas y coladas de lava basálticas, ligera a fuertemente inclinadas (10° - 30°) y en piedemontes, con coladas de lava basáltica, ligeramente inclinados (5° - 10°). El Espacio Rural definido se encuentra en áreas que circundan la ciudad, se caracterizan por la baja densidad de población y de construcción. En este espacio las unidades geocológicas se representan principalmente por los usos: Ib 1, Ib 2, III 1, III 2 y IV 3; solamente se encuentran desarrollos suburbanos tipo campestre y rústico tipo granja, concentra predominantemente viviendas unifamiliares con una densidad mínima, que por sus características de funcionamiento alberga el uso habitacional, compuesto con un mínimo de equipamiento y servicios básicos preferentemente de baja intensidad (barrios). Contiene el Corredor Metropolitano, es decir, aquellos enlaces regionales en donde se establecerán funciones de equipamiento y servicios a nivel metropolitano y usos que por su modalidad e intensidad son incompatibles con el área urbana. Estos corredores corresponden con las cinco salidas a carreteras federales que enlazan la comunicación con otras ciudades. Además, encontramos espacios rústicos dedicados a la agricultura de riego, de temporal, actividades pecuarias y algunas áreas de protección natural. Se observa cobertura vegetal referida a matorrales, algunos árboles aislados de baja estatura y poca densidad y pasto (fotografías 3.3).

Fotografías 3.3. Unidades Geocológicas Rurales de la ZMM.



Fuente: Fotografías tomadas en campo por la autora.

El método geocológico aplicado para la obtención de la Zonificación por Unidades Geocológicas difiere con respecto a otros procedimientos que existen en la bibliografía revisada para la delimitación de espacios urbanos. Esta aplicación permitió analizar la ciudad a nivel local, delimitando unidades espaciales del territorio a detalle con criterios biofísicos, a nivel de atributos específicos del paisaje con criterios socioeconómicos, y se tuvo en cuenta el área de influencia de centros poblados o comunidades con la ciudad, genera información sobre las potencialidades y limitaciones del territorio que sirven de base para la elaboración, aprobación y promoción de proyectos de desarrollo, planes de manejo en áreas y temas específicos en el ámbito local. De igual manera, contribuye al ordenamiento y/o acondicionamiento territorial, así como al plan de desarrollo urbano, ver **Mapa 3.3. Zonificación Geocológica de la Zona Metropolitana de Morelia.**

Sobre esta base se relacionan algunos datos generales que caracterizan las tres Zonas al interior de la ZMM, ver cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Características generales de la población y las viviendas al interior de cada Zona de la ZMM (Cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).

Zonificación Geocológica	Población Total (%)	Población Femenina (%)	Población Masculina (%)	Población Infantil (%)	Población Adulto Mayor (%)	Total Viviendas (%)	Área Km ² (%)
Zona Urbana	626414 (75.5)	324429 (76)	294884 (75)	151252 (71.2)	30848 (77.4)	211251 (71)	105.2 (5.4)
Zona Periurbana	107941 (13)	54516 (12.8)	52178 (13.3)	32959 (15.5)	2336 (5.9)	56010 (18.8)	142.7 (7.4)
Zona Rural	95011 (11.5)	47669 (11.2)	46139 (11.7)	28207 (13.3)	6691 (16.8)	30296 (10.2)	1686.7 (87.2)
Total	829366	426614	393201	212418	39875	297557	1934.6

Fuente: Elaboración propia.

Mapa 3.3. Zonificación Geocológica de la ZMM.

RESUMEN DEL CAPÍTULO

Como resultado de la elaboración del Mapa de Paisajes Físico-Geográficos de la Zona Metropolitana de Morelia, se delimitaron, clasificaron y cartografiaron 4 localidades y 33 comarcas de paisajes Físico-Geográficos, en 88 polígonos, para el área de estudio. En la Zona Metropolitana de Morelia se delimitaron 281 Unidades Geoecológicas, resultado de la intercepción del mapa de Unidades Físico-Geográficas y el mapa de la Tipología de la Cobertura Terrestre y el Uso del Suelo, representadas en 898 polígonos. La Zonificación Geoecológica en la Zona Metropolitana de Morelia, demostró ser un método alternativo eficiente en el que se utilizan factores diferenciales propios del paisaje local del territorio como las unidades geoecológicas (geoecosistemas), los tipos de urbanización o centralidad urbana (ciudad consolidada, uso del suelo, infraestructuras) y el grado de transformación del paisaje antroponatural (modificaciones al paisaje, densidad de elementos antropogénicos): es un método que puede ser implementado en otros espacios Metropolitanos.

CAPÍTULO IV. CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES SOCIO-HABITACIONALES POR UNIDADES GEOECOLÓGICAS DE LA ZMM.

Se exponen los resultados del comportamiento de la ZMM en función de la situación socio-habitacional; el conjunto de indicadores e índices que se evalúan describen el comportamiento espacial del área con relación a los aspectos demográficos, sociales, económicos y habitacionales, con el objetivo de obtener un índice sintético de las Condiciones Socio-Habitacionales. Es importante tener en cuenta que existen Unidades Geoecológicas que no contienen asentamientos, por ello no van a existir variables censales asociadas a las mismas, en estos casos se muestran en el mapa en una categoría aparte como (UGs sin población o Datos confidenciales), por otra parte existen algunas UGs que van a tener presente variables declaradas por el INEGI como datos reservados por confidencialidad (-6; cuando el área tiene valor igual a 1 o 2 en algún indicador) y no disponible (-7 y -8), y por ello no se tienen en cuenta, ver capítulo II, epígrafe II.5.1.

IV.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES SOCIO-HABITACIONALES POR UNIDADES GEOECOLÓGICAS DE LA ZMM

IV.1.1 Aspectos Demográficos

- Porcentaje de Población de 0 a 14 años (POB8R)

El indicador POB8R se obtuvo a partir de la transferencia de los datos de población de 0 a 14 años por manzanas y localidades rurales a las unidades geoecológicas de la ZMM, mediante la herramienta *Spatial Join* del Arcgis 10.0; la unión se realizó bajo la relación de uno a muchos, debido a que una unidad geoecológica puede contener una o varias manzanas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante *Summarize* y se generó el valor total de las variables Población de 0 a 14 años (POB8) y Población total (POB1) en cada polígono. Ello permitió calcular el índice de la población de 0 a 14 años con respecto a la población total de cada polígono de UGs en la ZMM. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Quantile*, para las unidades geoecológicas según su porcentaje de población de 0 a 14 años, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 4.1 en Archivos Digitales en Excel.

La población de 0 a 14 años es de 215443 habitantes en edad infantil lo que representa el 26 % de la población total en la ZMM. El porcentaje de la población infantil llega a alcanzar máximos del 67 % en algunas de las UGs de la ZMM (Cuadro 4.1.a).

En el cuadro 4.1, se muestran las categorías de población de 0 a 14 años al interior de la ZMM. En la Zona Urbana de la Zona Metropolitana predominan las unidades geocológicas con la categoría baja, con el 28.2 % de población infantil, con respecto al total de población en la zona, le siguen las unidades en categoría media. En la Zona Periurbana, prevalecen UGs en la categoría alta y muy alta, por la cantidad de habitantes infantiles (56.5 y 24.8 % respectivamente, es decir más del 80 %) con respecto a la población total de la zona. En la Zona Rural son más abundantes las unidades geocológicas con categorías alta y muy alta, con el 38.1 y 27.1 % de la población infantil, es decir, más del 60 % de las UGs tienen muy alta cantidad de niños.

Cuadro 4.1. Distribución de la Población de 0 a 14 años (POB8) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).

Categorías de POB8R	Población de POB8 en ZU (% con relación al total de la ZU)	Población de POB8 en ZP (% con relación al total de la ZP)	Población de POB8 en ZR (% con relación al total de la ZR)
Muy Alta	21513 (14)	8233 (24.8)	7708 (27.1)
Alta	27585 (18)	18774 (56.5)	10857 (38.1)
Media	38029 (24.7)	4601 (13.9)	7043 (24.7)
Baja	43424 (28.2)	882 (2.7)	2629 (9.2)
Muy Baja	23225 (15.1)	704 (2.1)	233 (0.8)
POB8 Total (% en relación a POB1 de cada Zona)	153776 (24.5)	33194 (30.8)	28470 (30)
POB8 Total (% en relación a POB1 de la ZMM)	153776 (18.5)	33194 (4)	28470 (3.4)
Área sin población (km²)	5.9	54.6	467.4

Población_POB1 de ZMM = 829366 habitantes, Población_POB8 en ZMM= 215443 habitantes, ZU: Zona Urbana_POB1= 626445 habitantes, ZP: Zona Periurbana_POB1= 107910 habitantes, ZR: Zona Rural_POB1 =95011 habitantes

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 4.1, la mayor cantidad de población infantil se encuentra en la Zona Urbana, lo que representa el 18.5 % de la población de la ZMM, en la Zona Periurbana disminuye la cantidad de población, con el 4 % del área Metropolitana y en la Zona Rural la cantidad de

población infantil es el 3.4 % de la población total. Sin embargo, el porcentaje de la población infantil con respecto a la población total en cada zona es similar en las Zonas Rural y Periurbana con el 30 % y superior a la Zona Urbana (3.4 %). En estas dos últimas Zonas la superficie de unidades geocológicas sin población por otros usos, sin población infantil, sin asentamientos urbanos y rurales, o con datos confidenciales es de 527.9 km² lo que representa el 27.3 % de la ZMM.

En el cuadro 4.1.a, se observan los porcentajes de Población de 0 a 14 años con respecto al total de este grupo de la población en la ZMM y la superficie que ocupan las UGs de cada categoría del indicador con respecto al área total de las unidades geocológicas con población. Si observamos la población infantil total por categorías, encontramos que el mayor por ciento de la población de 0 a 14 años es de 26.6 % y se corresponde con las UGs en categoría alta, si sumamos la población infantil de la categoría muy alta, ello representa el 44 %. El 11.2 % y el 21.8 % de niños, se encuentran en las categorías muy baja y baja respectivamente (33 % en total). Ello indica cierta homogeneidad en la distribución del grupo etario en las unidades geocológicas, aunque predominan ligeramente las unidades con alta población infantil.

Cuadro 4.1.a. Categorías del Porcentaje de Población de 0 a 14 años (POB8R) en las unidades geocológicas de la ZMM.

Categorías de POB8R según % en las UGs	Valor de rango de % de POB8R por UGs	Población total de POB8 (% en relación a POB8 total)	Área de las UGs km² (% en relación a la superficie total con población)
Muy Alta	33.15 - 66.89	37454 (17.4)	532.5 (37.9)
Alta	29.59 - 33.14	57206 (26.6)	460.3 (32.7)
Media	25.54 - 29.58	49676 (23.1)	175.1 (12.4)
Baja	19.78 - 25.53	46997 (21.8)	159 (11.3)
Muy Baja	0.01 - 19.77	24110 (11.2)	79.7 (5.7)
Total POB8 (% con respecto a la población y superficie total de la ZMM)	-----	215443 (26)	1406.7 (72.7)
UGs sin población por otros usos, sin población infantil, o sin asentamientos urbanos o rurales	0	-----	527.9 (27.3 % de la ZMM)

Superficie de la ZMM= 1934.6 km², Población Total en la ZMM =829366 habitantes, Porcentaje de Población de 0 a 14 años_POB8_R = 26 %

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de las UGs por categorías de POB8R en la ZMM se muestra en el Mapa 4.1. En la Zona Urbana de la ZMM por su distribución espacial predominan las unidades geocológicas en las categorías muy baja y baja. En la Zona Periurbana, prevalecen espacialmente las UGs con categoría muy baja. En la Zona Rural influye la distribución espacial de las categorías muy alta y alta.

En la categoría muy alta del porcentaje de población de 0 a 14 años las unidades más representativas son las UGs 248-1, 137-6 y 218-1 en las localidades rurales; El Tejocote (La Cortina), La Ciénega (La Calera) y la colonia Fracc. Cima. En la categoría alta encontramos las UGs; 81-2, 94-3 y 244, en la colonia Los Álamos y las localidades rurales Tzintzimatoc Chico y La Cofradía. En la categoría media, las unidades más representativas son UGs; 119, 209-5 y 38-7 en la localidad rural La Noria y la colonia Unidad Habitacional Constitución de 1857 Infonavit. Entre las principales unidades en la categoría baja se encuentran las UGs; 102-12, 102-4 y 149-5, en las colonias La Morita, Unidad Habitacional Juana Pavón Infonavit y Francisco I. Madero (El Pantano). En el otro extremo, categoría muy baja, las principales unidades son UGs 102-24, 217-3 y 37-6 en las colonias; Ignacio Alcalde Pérez, Fracc. Arcos del Valle y localidad rural Montaña Monarca (Punta Altozano), ver Matriz de Datos Índices en Anexo 4.2 (en Archivos Digitales en Excel).

En resumen, la mayor población infantil, con relación a la población de cada Zona, se concentra en las Zonas Periurbana y Rural, pero el mayor número de niños de la ZMM se encuentran en la Zona Urbana, ver Mapa 4.1. Población de 0 a 14 años en las unidades geocológicas de la ZMM (POB8R) (%) en sección de Referencias Cartográficas.

Mapa 4.1. Población de 0 a 14 años en las unidades geocológicas de la ZMM (POB8R) (%).

- Porcentaje de Población de 15 a 64 años (POB12R)

El indicador POB12R se obtuvo a partir de la transferencia de los datos de población de 15 a 64 años por manzanas y localidades rurales a las unidades geocológicas de la ZMM, mediante la herramienta *Spatial Join* del Arcgis 10.0; la unión se realizó bajo la relación de uno a muchos, debido a que una unidad geocológica puede contener una o varias manzanas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante *Summarize* y se generó el valor total de las variables Población de 15 a 64 años (POB12) y población total (POB1) de cada

polígono. Ello permitió calcular el porcentaje de la población de 15 a 64 años con respecto a la (POB1) de cada polígono de UGs en la ZMM. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Quantile*, para las unidades geocológicas según su porcentaje de población de 15 a 64 años, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 4.1 en Archivos Digitales en Excel).

La población de 15 a 64 años en la ZMM es de 531012 personas lo que representa el 64 % de la población total de la misma. La presencia de la población de 15 a 64 años alcanza máximos del 100 % en algunas unidades geocológicas de la Zona Metropolitana, lo que indica que la población total en esas unidades corresponde al rango de edades entre 15 y 64 años solamente (Cuadro 4.2.a).

En el cuadro 4.2, se muestra la población de 15 a 64 años al interior de la ZMM por categorías en las UGs. Del análisis conjunto del cuadro podemos decir que en la Zona Urbana del área Metropolitana predominan los adultos en las unidades geocológicas con categoría alta (49.6 %) y muy alta (24.1 %). En la Zona Periurbana, prevalecen los habitantes entre 15 y 64 años (39 y 38 % respectivamente) en las unidades con categorías media y baja. En la Zona Rural, este grupo etario se ubica principalmente en las unidades con categoría baja (53 %).

Cuadro 4.2. Distribución de la Población de 15 a 64 años (POB12) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie con población).

Categoría de POB12R	Población de POB12 en ZU (% con relación al total de la ZU)	Población de POB12 en ZP (% con relación al total de la ZP)	Población de POB12 en ZR (% con relación al total de la ZR)
Muy Alta	98779 (24.1)	1522 (2.4)	2639 (4.6)
Alta	203393 (49.6)	3992 (6.3)	2332 (4.1)
Media	51143 (12.5)	24782 (38.9)	14755 (26)
Baja	32841 (8)	24415 (38.3)	30192 (53)
Muy Baja	24125 (5.9)	9072(14.2)	7030 (12.3)
POB12 Total (% en relación a POB1 de cada Zona)	410281 (65.5)	63783 (59.1)	56948 (59.9)
POB12 Total (% en relación a POB1 de la ZMM)	410281(49.5)	63783 (7.7)	56948 (6.9)
Área sin población (km²)	5.7	50.9	467.4

Población_POB1 de ZMM = 829366 habitantes, Población_POB12 en ZMM= 531012 habitantes, ZU: Zona Urbana_POB1= 626445 habitantes, ZP: Zona Periurbana_POB1= 107910 habitantes, ZR: Zona Rural_POB1 =95011 habitantes

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 4.2, en relación a la población total de cada Zona; en la Zona Urbana este grupo etario representa el 65.5 %, en la Zona Periurbana el 59 % y en la Zona Rural el 60 %. No obstante, la mayor cantidad de población del grupo se encuentran en la Zona Urbana, lo que representa el 49.5 % de la población total de la Zona Metropolitana; en la Zona Periurbana y Rural el número de adultos disminuye significativamente con grandes diferencias cuantitativas en relación a la Zona Urbana; con valores del 7.7 y 6.9 % con respecto a la población total del área Metropolitana respectivamente. Ello quiere decir que la mayor fuerza laboral se encuentra potencialmente en la Zona Urbana. Al interior de las zonas periurbana y rural existen UGs sin asentamientos urbanos o rurales, sin población por otros usos, sin población de 15 a 64 años y con datos confidenciales. La superficie de estas unidades geocológicas es de 524 km² lo que representa el 27.1 % de la ZMM.

En el cuadro 4.2.a, se observan los porcentos de Población 15 a 64 años y la superficie que ocupan las UGs de cada categoría del indicador con relación a la población total de la ZMM. Si observamos la población por categorías, encontramos que el mayor por ciento de la población de 15 a 64 años, se corresponde con unidades geocológicas en la categoría alta y es del 39.6 %, lo que indica que la población en edad adulta se concentra en estas unidades. El 19.3 %, 17.1 % y el 16.5 % de la población, se encuentran en las categorías de muy alta, media y baja respectivamente, las diferencias entre estas categorías no son significativas, por lo que la población adulta se distribuye entre estas unidades con similar proporción.

Cuadro 4.2.a. Categorías del Porcentaje de la Población de 15 a 64 años (POB12R) en las unidades geocológicas de la ZMM.

Categorías de POB12R según % en las UGs	Valor de rango de % de POB12R por UGs	Población total de POB12 (% en relación a POB12 total)	Área de las UGs km² (% en relación a la superficie total con población)
Muy Alta	68.94 - 100.0	102251 (19.3)	25.8 (1.8)
Alta	64.03 - 68.93	210385 (39.6)	143.5 (10.2)
Media	60.80 - 64.02	90754 (17.1)	87.4 (6.2)
Baja	55.87 - 60.79	87374 (16.5)	497.2 (35.2)
Muy Baja	0.01 - 55.86	40248 (7.6)	656.7 (46.6)
Total (% con respecto a la población y superficie total de la ZMM)	-----	531012 (64)	1410.6 (73)
UGs sin población por otros usos, sin POB12, o sin asentamientos urbanos o rurales	0	-----	524 (27.1 % de la ZMM)

Superficie de la ZMM= 1934.6 km², Población Total en la ZMM =829366 habitantes, Porcentaje de Población de 15 a 64 años_POB12_R = 64 %, Fuente: Elaboración propia.

La distribución de las categorías de POB12R se presenta en el Mapa 4.2. En la Zona Urbana de la ZMM de acuerdo a la distribución espacial del mapa prevalece la categoría muy alta al sur y alta al centro y norte de la zona. En la Zona Periurbana, espacialmente predomina la categoría muy baja. En la Zona Rural, se distribuye con mayor extensión la categoría muy baja y baja.

En la categoría muy alta del porcentaje de población de 15 a 64 años las unidades más representativas son; UGs 176-1, 205-28 y 214-17 en las colonias Fracc. Pinar del Rio, y Fracc. Mariano Michelena. En la categoría alta encontramos las UGs; 204-10, 175-1 y 49-1 en la colonia Plan de Ayutla, Irrigación y la localidad Residencial Bosques. En la categoría media, las unidades más representativas son; UGs 162-2, 205-8 y 51-3 en las colonias Cruz del Barreno y Unidad Habitacional Infonavit Villa Universidad. Entre las principales unidades en la categoría baja se encuentran las UGs; 140-3, 164 y 47-3 en la localidad rural Hojas Anchas y la colonia Unidad Nacional. En el otro extremo, categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 72-1, 126 y 120-4 en la localidad rural San José de las Torres y las colonias San Antonio Parangare, Fracc. Cruz de la Capilla, ver Matriz de Datos Índices en Anexo 4.2 en Archivos Digitales en Excel).

En resumen, con relación a la Zona Metropolitana, en la Zona Urbana reside la mayor cantidad de población de 15 a 64 años, ello contrasta de manera significativa con las Zonas Periurbana y Rural. La mayor fuerza laboral se concentra en UGs de poca extensión superficial, en específico al sur del Centro Histórico de la Ciudad. Cuando comparamos con la población de cada Zona, las diferencias del grupo etario se hacen menores, en la Zona Urbana representa el 65.5 %, en la Zona Periurbana el 59 % de los pobladores y en la Zona Rural el 60 %, es decir una distribución muy similar, ver Mapa 4.2. Población de 15 a 64 años en las unidades geocológicas de la ZMM (POB12R) (%) en sección de Referencias Cartográficas.

[Mapa 4.2. Población de 15 a 64 años en las unidades geocológicas de la ZMM \(POB12R\) \(%\).](#)

- **Porcentaje de Población de 65 años y más (POB24R)**

El indicador POB24R se obtuvo a partir de la transferencia de los datos de población de 65 años y más por manzanas y localidades rurales a las unidades geoecológicas de la ZMM, mediante la herramienta *Spatial Join* del Arcgis 10.0; la unión se realizó bajo la relación de uno a muchos, debido a que una unidad geoecológica puede contener una o varias manzanas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante *Summarize* y se generó el valor total de las variables Población de 65 años y más (POB24) y población total (POB1) en cada polígono. Ello permitió calcular el porcentaje de la población de 65 años y más con respecto a POB1 de cada polígono de UGs en la ZMM. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Quantile*, para las unidades geoecológicas según su porcentaje de población de 65 años y más, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 4.1 en Archivos Digitales en Excel.

La población de 65 años y más en la ZMM es de 45764 personas lo que representa el 5.5 % de la población total de la misma. La presencia de la población envejecida alcanza máximos del 69 % en algunas unidades geoecológicas de la ZMM, (Cuadro 4.3.a).

En el cuadro 4.3, se muestran la población envejecida al interior de la ZMM por categorías en las UGs. Con relación al total de población de cada Zona; en la Zona Urbana, de acuerdo a la cantidad de población de 65 años y más, ella se concentra en las UGs con categoría muy alta del indicador (45.4 %), en la Zona Periurbana, predominan las UGs con la categoría alta, con el 34.3 % de la población del grupo etario, en la Zona Rural prevalece la población de 65 años y más en las UGs en categorías altas y muy altas, con el 50.2 y 30 % respectivamente (80.2 % en total). En esta Zona, la población envejecida es el 7.5 % del total de su población, en la Zona Periurbana es el 2.4 y en la Zona Urbana el 5.4 %.

Cuadro 4.3. Distribución de la Población de 65 años y más (POB24) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).

Categoría de POB24R	Población de POB24 en ZU (% con relación al total de la ZU)	Población de POB24 en ZP (% con relación al total de la ZP)	Población de POB24 en ZR (% con relación al total de la ZR)
Muy Alta	16147 (45.4)	36 (1.4)	2222 (30.8)
Alta	6896 (18.8)	853 (34.3)	3489 (50.2)
Media	6475 (17.7)	606 (21)	1239 (16)
Baja	5269 (14.7)	577 (21.6)	193 (2.7)
Muy Baja	1177 (3.4)	566 (21.7)	19 (0.3)

POB24 Total (% en relación a POB1 de cada Zona)	35964 (5.7)	2638 (2.4)	7162 (7.5)
POB24 Total (% en relación a POB1 de la ZMM)	35964 (4.3)	2638 (0.3)	7162 (0.9)
Área sin población (km ²)	11.9	76.2	561.8

Población_POB1 de ZMM = 829366 habitantes, Población_POB24 en ZMM= 45764 habitantes, ZU: Zona Urbana_POB1= 626445 habitantes, ZP: Zona Periurbana_POB1= 107910 habitantes, ZR: Zona Rural_POB1 =95011 habitantes

Fuente: Elaboración propia

Según el cuadro 4.3, la mayor cantidad de población de 65 años y más se encuentran en la Zona Urbana, lo que representa el 4.3 % de la población de la ZMM, la Zona Periurbana y Rural disminuye la cantidad de población de adultos mayores, con el 0.3 y 0.9 por ciento del área Metropolitana respectivamente. En estas dos últimas zonas la superficie de unidades geocológicas sin población por otros usos, sin población envejecida, sin asentamientos urbanos y rurales, o con datos confidenciales es de 649.9 km² lo que representa el 33.6 % de la ZMM.

Cuadro 4.3.a. Categorías del Porcentaje de Población de 65 años y más (POB24R) en las unidades geocológicas de la ZMM.

Categorías de POB24R según % en las UGs	Valor de rango de % de POB24R por UGs	Población total POB24 (% en relación a POB24 total)	Área de las UGs km² (% en relación a la superficie total con población)
Muy Alta	9.53 – 68.97	18577 (40.6)	390.1 (30.4)
Alta	6.62 - 9.52	11275 (24.6)	389.2 (30.3)
Media	3.98 - 6.61	8055 (17.6)	329.1 (25.6)
Baja	2.23 - 3.97	6034 (13.2)	124.2 (9.7)
Muy Baja	0.01 - 2.22	1823 (4)	51.3 (4)
Total (% con respecto a la población y superficie total de la ZMM)	-----	45764 (5.5)	1284 (66.4)
UGs sin población por otros usos, sin POB24, o sin asentamientos urbanos o rurales	0	-----	649.9 (33.6 % de la ZMM)

Superficie de la ZMM= 1934.6 km², Población Total en la ZMM =829366 habitantes, Porcentaje de Población de 65 años y más_POB24_R = 5.5 %

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 4.3.a, se observan los porcentos de Población de 65 años y más por categorías del indicador y la superficie que ocupan las UGs de cada categoría, en relación a la población total de 65 años y más de la ZMM. La mayor cantidad de población el grupo etario se

encuentran las UGs con categoría muy alta (41 %) y alta (24.6 %), es decir, la población envejecida se concentra en estas unidades. El 13.2 y 4 % de esta población, se encuentran en las categorías de muy baja y baja respectivamente. Existe una marcada diferencia entre la ocupación territorial de las categorías altas y muy altas que suman el 60.8 % de la superficie de la ZMM, con relación a la superficie que ocupan las categorías bajas y muy bajas con el 13.7 % en la misma.

La distribución de las UGs por categorías de POB24R se presenta en el Mapa 4.3. En la Zona Urbana de la ZMM por su distribución espacial predomina la categoría muy alta al centro de la ciudad, aunque existe una concentración de UGs con categorías bajas alrededor del centro urbano de la ciudad de Morelia y en específico hacia el sur, además se observa en el mapa la concentración de las UGs con categorías muy bajas al oeste de la ciudad. En la Zona Periurbana, predominan espacialmente, las categorías muy baja y media. En la Zona Rural, espacialmente prevalecen las categorías muy alta y alta.

En la categoría muy alta del porcentaje de población de 15 a 64 años las unidades más representativas son UGs; 218-19, 258-3 y 137-5 en la colonia Mariano Matamoros y las localidades rurales Tiristarán, Ojo de Agua (Escorpión Potrerito). En la categoría alta encontramos las UGs; 209-6, 5-2 y 256-2 en las localidades rurales Tacícuaro, Buenavista y El Lometón. En la categoría media, las unidades más representativas son; UGs 90, 181-2 y 218-12 en la localidad rural Pitorreal (Pino Real), Buenavista El Colegio y en el Fracc. Xangari. Entre las principales unidades en la categoría baja se encuentran las UGs; 228-3, 265 y 205-26 en la unidad habitacional Oasis, Infonavit Cepamisa y el poblado Pastor Ortiz. En el otro extremo, categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 272, 210 y 252-1 en las localidades rurales Tres Marías y La Hacienda de Atapaneo y la colonia Gral. Pedro María Anaya, ver Matriz de Datos Índices en Anexo 4.2 en Archivos Digitales en Excel.

Podemos concluir que la mayor cantidad de población de 65 años y más en la Zona Metropolitana se encuentra en la Zona Urbana, se concentra específicamente en el Centro Histórico y UGs próximas a su entorno, lo que también ocurre en determinadas UGs de la Zona Rural, aunque en esta última Zona la cantidad de personas de la tercera edad es mucho menor. Sin embargo, cuando vemos la relación del grupo etario, con la población de cada Zona, en la Zona Rural es del 8 %, mientras que en la Zona Urbana es solo del 6 % y en la

Zona Periurbana el valor es de menos del 3 %, ver Mapa 4.3. Población de 65 años y más en las unidades geocológicas de la ZMM (POB24R) (%) en sección de Referencias Cartográficas.

Mapa 4.3. Población de 65 años y más en las unidades geocológicas de la ZMM (POB24R) (%)

- Población Inmigrante Acumulada (PIACR)

El indicador PIACR se obtuvo a partir de la transferencia de los datos de Población nacida en otra entidad (MIG4) y nacida en otro país (MIG7) por manzanas y localidades rurales a las unidades geocológicas de la ZMM, mediante la herramienta *Spatial Join* del Arcgis 10.0; la unión se realizó bajo la relación de uno a muchos, debido a que una unidad geocológica puede contener una o varias manzanas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante *Summarize* y se generó el valor total de las variables MIG4 y MIG7 en cada polígono. Ello permitió calcular el Porcentaje de la Población Inmigrante Acumulada con respecto a la población total (POB1) de cada polígono de UGs en la ZMM. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Quantile*, para las unidades geocológicas según el Porcentaje de la Población Inmigrante Acumulada, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 4.1 en Archivos Digitales en Excel.

La población inmigrante en la ZMM es de 102311 personas lo que representa el 12.3 % de la población total de la misma. La presencia de población inmigrante alcanza máximos del 67 % en algunas unidades geocológicas (Cuadro 4.4.a).

En el cuadro 4.4, se muestra la Población de Inmigrantes Acumulada por categorías en las UGs, separada por Zonas. Cuando comparamos la Población de Inmigrantes Acumulada en cada categoría, con la población inmigrante total de cada Zona; tenemos que en la Zona Urbana de la ZMM predominan las unidades geocológicas con categoría media del indicador y en esta categoría se encuentra el 40 % de los inmigrantes. En la Zona Periurbana, predomina la población inmigrante en UGs con categorías alta y muy alta, por el número de inmigrantes 57.7 y 21.5 % respectivamente (79.2 % en total). En la Zona Rural prevalece en las UGs la categoría muy baja en la Población Inmigrante Acumulada con el 46.5 % de la población de inmigrantes. Cuando comparamos los totales de población inmigrante de cada

Zona, con el total de su población, vemos en la Zona Periurbana el 15 % de la población son inmigrantes, en la Zona Urbana el 13 % y en la Zona Rural tan solo el 4.2 %.

Cuadro 4.4. Distribución de la Población Inmigrante Acumulada (PIACR) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).

Categoría de PIACR	Población de (MIG4+MIG7) en ZU (% con relación al total de la ZU)	Población de (MIG4+MIG7) en ZP (% con relación al total de la ZP)	Población de (MIG4+MIG7) en ZR (% con relación al total de la ZR)
Muy Alta	11544 (14.1)	3488 (21.5)	25 (0.6)
Alta	17372 (21.2)	9261 (57.2)	219 (5.5)
Media	32588 (40)	1569 (9.7)	628 (15.7)
Baja	20394 (24.8)	1479 (9.1)	1262 (31.6)
Muy Baja	235 (0.3)	389 (2.4)	1858 (46.5)
(MIG4+MIG7) Total (% en relación a POB1 de cada Zona)	82133 (13.1)	16186 (14.99)	3992 (4.2)
(MIG4+MIG7) Total (% en relación a POB1 de la ZMM)	82133 (9.9)	16186 (2)	3992 (0.5)
Área sin población (km²)	6.4	65.2	978

Población_POB1 de ZMM = 829366 habitantes, Población inmigrante_PIAC en ZMM= 102311 migrantes, ZU: Zona Urbana_POB1= 626445 habitantes, ZP: Zona Periurbana_POB1= 107910 habitantes, ZR: Zona Rural_POB1 =95011 habitantes
Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 4.4, la mayor cantidad de inmigrantes se encuentran en la Zona Urbana, y representa el 9.9 % de la población de la ZMM, la Zona Periurbana disminuye en la cantidad de inmigrantes, con el 2 % de la ZMM y en la Zona Rural la cantidad de inmigrantes es insignificante en comparación con las anteriores. En estas dos últimas zonas la superficie de unidades geocológicas sin población por otros usos, sin inmigrantes, o sin asentamientos urbanos o rurales es de 1049.6 km² lo que representa el 54.3 % de la ZMM.

En el cuadro 4.4.a, se observan los porcentos de Población Inmigrante Acumulada según el total de esta población en la ZMM y la superficie que ocupan las UGs por cada categoría del indicador. La mayor cantidad de inmigrantes se encuentra en las unidades geocológicas con categoría media del indicador, relacionada con el 34 % de dicha población en el área de estudio. El 26.2 % y el 22.6 % de inmigrados, se encuentran en UGs con categorías alta y baja respectivamente, con poca diferencia de la categoría media, mientras que las UGs con

categorías muy altas y muy bajas tienen valores menos significativos, hay cierta homogeneidad en la distribución de inmigrantes por categoría del indicador.

Cuadro 4.4.a. Categorías del Porcentaje de Población Inmigrante Acumulada (PIACR) en las unidades geocológicas de la ZMM.

Categorías de PIACR según % en las UGs	Valor del rango de % PIACR por UGs	Población total de (MIG4 + MIG7) (% en relación a MIG4+MIG7 total)	Área de las UGs km² (% en relación a la superficie total con población)
Muy Alta	22.06 - 66.67	15057 (14.7)	32.2 (3.6)
Alta	15.33 - 22.05	26852 (26.2)	43.2 (4.8)
Media	10.24 - 15.32	34785 (34)	44.3 (5)
Baja	5.69 - 10.23	23135 (22.6)	182.1 (20.4)
Muy Baja	0.01 - 5.68	2482 (2.4)	591 (66.2)
Total (% con respecto a la población y superficie total de la ZMM)	————	102311 (12.3)	885(45.7)
UGs sin población por otros usos, sin inmigrantes, o sin asentamientos urbanos o rurales	0	-----	1049.6 (54.3 % de la ZMM)

Superficie de la ZMM= 1934.6 km², Población Total en la ZMM =829366 habitantes, PIACR de la ZMM = 12.3 %

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de las UGs por categorías de Población Inmigrante Acumulada se presenta en el Mapa 4.4. En la Zona Urbana de la ZMM predominan las unidades geocológicas en la categoría alta, al sur, y medias y bajas al norte. En la Zona Periurbana, se observa el predominio espacial de las UGs con categoría baja. En la Zona Rural influye la categoría muy baja pero la cantidad de inmigrantes se dispersa en UGs con grandes dimensiones.

En la categoría muy alta de la Población Inmigrante Acumulada las unidades más representativas son UGs; 116-2, 268-2 y 102-11 en la localidad Parastaco y en la colonia Simpanio Norte. En la categoría alta encontramos las UGs; 205-9, 205-41 y 225-4 en el Fracc. Hermenegildo Galeana, Hermanos López Rayón, Paseo de la Hacienda. En la categoría media, las unidades más representativas son UGs; 172-5, 204-4 y 215-7 en las colonias Prados Verdes, El Mirador del Punhuato, la unidad habitacional Manuel Villalongín. Entre las principales unidades en la categoría baja se encuentra las UGs; 204-16, 250 y 218-13 en las colonias Fracc. Morelos, Santiaguito Indeco y Fracc. La Camelina. En el otro extremo, categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 195, 105-3 y 228-2 en la localidad

rural San Rafael Coapa y las colonias Jesús del Monte, Unidad Habitacional Los Girasoles, ver Matriz de Datos Índices en Anexo 4.2 en Archivos Digitales en Excel.

En resumen, la mayor cantidad de Población Inmigrante Acumulada en la ZMM, se concentra al interior de la Zona Urbana que es la de mayor atracción, en específico al sur y sureste del Centro Histórico de la Ciudad, seguida de la Zona Periurbana en la que se localizan algunas UGs de tipo fraccionamientos con valores altos del indicador. Sin embargo, con relación a la población total de cada Zona, el porcentaje de inmigrantes es superior en la Zona Periurbana con relación a la Zona Urbana, ver Mapa 4.4. Población Inmigrante Acumulada en las unidades geocológicas de la ZMM (PIACR) (%) en sección de Referencias Cartográficas.

Mapa 4.4. Población Inmigrante Acumulada en las unidades geocológicas de la ZMM (PIACR) (%).

- Porcentaje de la Población de 5 años y más residente en Estados Unidos de América en junio 2005 (MIG15R)

El indicador MIG15R se obtuvo a partir de la transferencia de los datos de Personas de 5 a 130 años de edad que en el año 2005 residían en Estados Unidos de América (MIG15) por manzanas y localidades rurales a las unidades geocológicas de la ZMM, mediante la herramienta *Spatial Join* del Arcgis 10.0; la unión se realizó bajo la relación de uno a muchos, debido a que una unidad geocológica puede contener una o varias manzanas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante *Summarize* y se generó el valor total de las variables (MIG15) y Población de 5 a 130 años (POB18) en cada polígono. Ello permitió calcular el porcentaje de la Personas de 5 a 130 años de edad que en el año 2005 residían en Estados Unidos de América con respecto a (POB18) por unidad geocológica por cada polígono de UGs en la ZMM. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Quantile*, para las unidades geocológicas según su porcentaje de Población de 5 a 130 años residente en Estados Unidos por unidad geocológica, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 4.1 en Archivos Digitales en Excel.

La Población de 5 a 130 años y más residente en Estados Unidos de América en junio 2005 y que ahora residen en la ZMM es de 7602 personas lo que representa el 0.9 % de la población total de la misma. La población residente en Estados Unidos de América en junio 2005, y

que ahora residen en la Zona Metropolitana alcanza máximos del 27.3 % en algunas unidades geoecológicas, (Cuadro 4.5.a).

En el cuadro 4.5, se muestra la población, que residía en Estados Unidos y regresó, al interior de la ZMM y su porcentaje por categorías del indicador. Cuando comparamos la población en cada rango del indicador con la población de dicho indicador en cada Zona encontramos que; en la Zona Urbana predominan los emigrantes con el 29.3 y 26.8 % (51 % en total) en las UGs con categoría baja y muy baja, en la categoría media se encuentra 28.75 % de esta población. En la Zona Periurbana, de acuerdo al total de población que residió en Estados Unidos, prevalece esta población en la categoría media con el 41.8 % de migrantes. En la Zona Rural, se aprecia el predominio de esta población, con un 67.1 % del total en la categoría muy alta de las unidades geoecológicas de esta Zona.

Cuadro 4.5. Distribución de la Población residente en Estados Unidos de América en junio 2005 (MIG15) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).

Categoría de MIG15R	Población de MIG15 en ZU (% con relación al total de la ZU)	Población de MIG15 en ZP (% con relación al total de la ZP)	Población de MIG15 en ZR (% con relación al total de la ZR)
Muy Alta	105 (2.5)	124 (10.8)	1549 (67.1)
Alta	525 (12.7)	336 (29.2)	496 (21.5)
Media	1191 (28.7)	481 (41.8)	205 (8.9)
Baja	1213 (29.3)	121 (10.5)	35 (1.5)
Muy Baja	1111 (26.8)	88 (0.8)	22 (1)
MIG15 Total (% en relación a POB1 total de cada Zona)	4145 (0.7)	1150 (1.1)	2307 (2.4)
MIG15 Total (% en relación POB1 de la ZMM)	4145 (0.5)	1150 (0.1)	2307 (0.3)
Área sin población (km²)	27.4	104.6	955.8

Población POB1 de ZMM = 829366 habitantes, Población MIG15 en ZMM= 7602 habitantes, ZU: Zona Urbana_ POB1= 626445 habitantes, ZP: Zona Periurbana_ POB1= 107910 habitantes, ZR: Zona Rural_ POB1 =95011 habitantes

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 4.5, el porcentaje de estos migrantes de acuerdo a la población de las Zonas, encontramos que representan el 2.4 % de los habitantes de la Zona Rural, el 0.7 % de los habitantes de la Zona Urbana y el 1.1 % de la población en la Zona Periurbana, ello concuerda con que la zona Rural concentra la población inmigrante desde Estados Unidos, pero cuando observamos la mayor cantidad de población emigrante hacia Estados Unidos que regresó a

Mexico, ellos se encuentran en la Zona Urbana, lo que representa el 0.5 % de la población de la Zona Metropolitana, en la Zona Periurbana disminuye la cantidad de población de este grupo, con el 0.1 % de la ZMM y en la Zona Rural la cantidad de esta población es del 0.3 %. En las Zonas Rural y Periurbana existen unidades geoecológicas sin población por otros usos, sin población emigrante, sin asentamientos urbanos y rurales, o con datos confidenciales es de 1088.3 km² lo que representa el 56.3 % de la ZMM.

En el cuadro 4.5.a, se observan los porcentos de población en cada categoría de MIG15R y la superficie que ocupan las UGs de cada categoría del indicador. Si observamos la Población residente en Estados Unidos de América en junio 2005 y regresaron, por categorías, encontramos que el mayor por ciento se les encuentra en las UGs con categoría muy alta y alta (46.6 % en total), lo que también puede significar que salieron masivamente de las mismas hacia EU años atrás y posiblemente sean campesinos cuando se refiere a la zona rural.

Cuadro 4.5.a. Categorías del Porcentaje de Población residente en Estados Unidos de América en junio 2005 (MIG15R) en las unidades geoecológicas de la ZMM.

Categorías de MIG15R según % en las UGs	Valor de rango de % MIG15R por UGs	Población total de MIG15 (% en relación a MIG15 total)	Área de las UGs km² (% en relación a la superficie total con población)
Muy Alta	3.20 - 27.27	1778 (23.4)	258.6 (30.5)
Alta	1.74 - 3.19	1381 (18.2)	349.3 (41.2)
Media	1.07 - 1.73	1861 (24.5)	162.4 (19.2)
Baja	0.65 - 1.06	1362(17.9)	39.2 (4.6)
Muy Baja	0.01 - 0.64	1220 (16)	37.3 (4.4)
Total (% con respecto a la población y superficie total de la ZMM)	-----	7602 (0.9)	846.8 (43.8)
UGs sin población por otros usos, sin MIG15, o sin asentamientos urbanos o rurales	0	-----	1087.8 (56.2 % de la ZMM)

Superficie de la ZMM= 1934.6 km², Población Total en la ZMM =829366 habitantes, Porcentaje de Población residente en Estados Unidos de América en junio 2005 MIG15R en la ZMM = 0.9 %

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de las categorías por el indicador MIG15R se presenta en el Mapa 4.5. En la Zona Urbana de la ZMM predominan las UGs, espacialmente, en la categoría muy baja. En la Zona Periurbana, prevalece la categoría media por su distribución espacial. En la Zona Rural, se aprecia el predominio de la categoría muy alta y alta en su distribución espacial en

UGs con grandes dimensiones situadas al norte de la Zona Metropolitana, que incluye zonas agrícolas.

En la categoría muy alta del porcentaje de Población residente en Estados Unidos en 2005 las unidades más representativas son UGs 149-3, 118-3 y 37-14 en las colonias; Paraíso del Sur, Jariepo, Adolfo López Mateos. En la categoría alta encontramos las UGs; 181-1, 27 y 101-2 en la localidad rural Peña del Panal y las colonias Benito Juárez Infonavit y Andrés Quintana Roo. En la categoría media, las unidades más representativas son UGs; 178-3, 256-2 y 209-2 en la localidad rural Fraccionamiento Hacienda del Sol, Tacúcuaro y la colonia Arboledas (5 de mayo). Entre las principales unidades en la categoría baja se encuentran las UGs; 223-1, 182-1 y 37-21 en las colonias Benito Juárez y Fracc. Los Ángeles. En el otro extremo, categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 205-10, 126 y 36-7 en el fraccionamiento Fracc. Villas Morelianas, Esther Tapia y la localidad rural San José de las Torres, ver Matriz de Datos Índices en Anexo 4.2 en Archivos Digitales en Excel.

En resumen, en la Zona Urbana se concentra la mayor cantidad de migrantes que regresaron de EU, se distribuyen de manera uniforme en sus unidades geoeológicas, con baja concentración en las mismas debido a la alta densidad de población. En la Zona Rural, por el contrario, los migrantes se concentran en determinadas unidades geoeológicas, generalmente en localidades rurales, y también en unidades con población muy dispersa. En la Zona Periurbana es donde menos migrantes que regresaron se han asentado, Ver Mapa 4.5. Población de 5 años y más residente en Estados Unidos de América en junio 2005 en las unidades geoeológicas de la ZMM (MIG15R) (%) en sección de Referencias Cartográficas.

Mapa 4.5. Población de 5 años y más residente en Estados Unidos de América en junio 2005 en las unidades geoeológicas de la ZMM (MIG15R) (%).

- Tasa de la Población Inmigrante Reciente (TPIR)

El indicador TPIR se obtuvo a partir de la transferencia de los datos de Población inmigrante reciente por manzanas y localidades rurales a las unidades geoeológicas de la ZMM, mediante la herramienta *Spatial Join* del Arcgis 10.0; la unión se realizó bajo la relación de uno a muchos, debido a que una unidad geoeológica puede contener una o varias manzanas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante *Summarize* y se generó el valor

total de las variables Población de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005 (MIG11) y Población de 5 años y más residente en otro país en junio de 2005 (MIG14) en cada polígono, esta población para nuestra investigación se considera población inmigrante reciente debido a que en el 2005 no residían en esa área y provienen de otros lugares nacionales e internacionales. Ello permitió calcular la tasa de la Población inmigrante reciente por cada cien personas de la población total (POB1) de la ZMM de cada polígono de UGs en la misma. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Quantile*, para las unidades geoecológicas según su porcentaje de Población inmigrante reciente, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 4.1 en Archivos Digitales en Excel.

La cantidad de Población de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005 y la Población de 5 años y más residente en otro país en junio de 2005 que habitan en la ZMM es de 27656 personas lo que representa el 3.3 % de la población total de la ZMM. El indicador de la Tasa de Población Inmigrante Reciente alcanza máximos de 32 personas por cada 100, en algunas unidades geoecológicas (Cuadro 4.6.a). El total de inmigrantes en la ZMM es de 102311, por tanto, el porcentaje de inmigrantes recientes en la ZMM es del 27 % del total de inmigrantes.

En el cuadro 4.6, se muestra la cantidad total de Población de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005 y la Población de 5 años y más residente en otro país, al interior de la ZMM por categorías del indicador. Cuando comparamos el total de inmigrantes en cada categoría del indicador, con el total de inmigrantes en cada Zona; encontramos que en la Zona Urbana prevalecen la cantidad de personas inmigrantes recientes en las categorías baja y media, con el 32 y 30 % respectivamente. En la Zona Periurbana, de acuerdo al total de población inmigrante reciente, predominan las categorías muy alta y alta con el 59 y 27 % de los inmigrantes que llegan a esa Zona (76 % en total). En la Zona Rural, de acuerdo a la concentración de población inmigrante reciente, predominan la población en las UGs en categorías alta y media en un 30 % y 27 %.

Cuadro 4.6. Distribución de la Tasa de Población Inmigrante Reciente (TPIR) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).

Categoría de TPIR	Población (MIG11 y MIG14) en ZU (% con relación al total de la ZU)	Población (MIG11 y MIG14) en ZP (% con relación al total de la ZP)	Población (MIG11 y MIG14) en ZR (% con relación al total de la ZR)
Muy Alta	2284 (12.3)	3674 (59.1)	544 (18)
Alta	2401 (13)	1671 (26.9)	909(30.2)
Media	5337 (29)	392 (6.3)	804 (26.7)
Baja	5913 (32.1)	277 (4.5)	476 (15.8)
Muy Baja	2495 (13.5)	198 (3.2)	281 (9.3)
(MIG11+MIG14) Total (% en relación a POB1 de cada Zona)	18430 (2.9)	6212 (5.8)	3014 (3.2)
(MIG11+MIG14) Total (% en relación a POB1 de la ZMM)	18430 (2.2)	6212 (0.7)	3014 (0.4)
Área sin población (km²)	11.7	93.1	951

Población POB1 de ZMM = 829366 habitantes, Población (MIG11 y MI14) en ZMM= 27656 inmigrantes, ZU: Zona Urbana_ POB1= 626445 habitantes, ZP: Zona Periurbana_ POB1= 107910 habitantes, ZR: Zona Rural_ POB1 = 95011 habitantes
Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 4.6, la mayor cantidad de población inmigrante desde otros estados o países, se encuentran en la Zona Urbana, lo que representa el 2.2 % de la población de la Zona Metropolitana, en la Zona Periurbana disminuye la cantidad de población en este grupo, con el 0.7 % de la ZMM y en la Zona Rural la cantidad de población es el 0.4 % de la población total. Sin embargo, cuando analizamos este valor con relación a la población total de cada Zona, el mismo es mayor en el periurbano (5.8 %), que en la Zona Rural y Urbana (3.2 y 2.9 %) respectivamente. En las tres Zonas; urbana, periurbana y rural existen unidades geocológicas sin población por otros usos, sin población inmigrante, sin asentamientos urbanos y rurales, o con datos confidenciales de 1056.3 km² lo que representa el 54.6 % de la ZMM.

En el cuadro 4.6.a, se observan las categorías de la tasa de población inmigrante reciente por cada cien habitantes de la ZMM y la superficie que ocupan las UGs en cada una de ellas. Si observamos la cantidad de población inmigrante reciente por categorías, encontramos que el mayor porcentaje de inmigrantes recientes, con relación al total de inmigrantes del área Metropolitana, se encuentra en las categorías baja (24.1 %) y media (23.6 %), en estas UGs la proporción de TPIR es de 3 a 4 inmigrantes por cada cien habitantes. La categoría muy alta, con la proporción de 32 inmigrantes recientes por cada cien habitantes, representa el

23.5 % de la población total de Población de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005 (MIG11) y la Población de 5 años y más residente en otro país en junio de 2005 (MIG14), sin embargo, se localizan sobre una superficie del 6 % del área total de la Zona Metropolitana, lo que indica que la proporción de inmigrantes recientes por cada cien habitantes se concentra también en estas UGs con baja superficie.

Cuadro 4.6.a. Categorías de la Tasa de Población de Inmigrantes Recientes (TPIR) en las unidades geoecológicas de la ZMM.

Categorías de TPIR según valor en las UGs	Valor del rango de TPIR por cada cien personas por UGs	Población total de (MIG11 + MIG14) (% en relación a MIG11 + MIG14 total)	Área de las UGs km² (% en relación a la superficie total con población)
Muy Alta	6.06 - 32.14	6502 (23.5)	53.6 (6.1)
Alta	4.28 - 6.05	4981 (18)	161.4 (18.3)
Media	2.98 - 4.27	6533 (23.6)	229 (26.1)
Baja	1.99 - 2.97	6666 (24.1)	294.8 (33.6)
Muy Baja	0.01 - 1.98	2974 (10.8)	140.1 (15.9)
Total (% con respecto a la población y superficie total de la ZMM)	-----	27656 (3.3)	878.9 (45.4)
UGs sin población por otros usos, sin población MIG11 y MIG14, o sin asentamientos urbanos o rurales	0	-----	1055.7 (54.6 % de la ZMM)

Superficie de la ZMM= 1934.6 km², Porcentaje de la Población de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005 _MIG11 + Población de 5 años y más residente en otro país en junio de 2005 (MIG14) = 3.3 %

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de las categorías por el indicador TPIR se presenta en el Mapa 4.6. En la Zona Urbana de la ZMM influyen las UGs con categorías bajas y muy bajas por su distribución espacial en UGs de dimensiones pequeñas, estas unidades se localizan en todo el centro urbano desde el Centro Histórico hacia la periferia. En la Zona Periurbana, prevalecen las categorías alta y muy alta, y se distribuyen espacialmente en pequeñas UGs. En la Zona Rural, el predominio de la categoría muy baja y baja no alcanza a ser significativo con respecto a las demás categorías, según su distribución espacial.

En la categoría muy alta de la Tasa de Población Inmigrante las unidades más representativas son UGs; 205-37, 248-1 y 89 en la localidad Fraccionamiento Hacienda El Encanto, Fracc. Cima, Fraccionamiento Cerro Verde. En la categoría alta encontramos las UGs; 209-5, 147-

8 y 178-7 en las localidades La Noria, Los Ruiseñores y Fraccionamiento la Cantera. En la categoría media, las unidades más representativas son UGs; 245-1, 213-2 y 102-15 en la localidad Atapaneo, y las colonias Expropiación Petrolera (INDECO), Balcones de Morelia. Entre las principales unidades en la categoría baja se encuentran las UGs; 101-11, 205-3 y 101-2 en las colonias Santa Cruz, La Calera y Andrés Quintana Roo. En el otro extremo, categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 204-17, 23-1 y 181-2 en las colonias Félix Ireta, Hombres Ilustres de Michoacán, y la localidad El Colegio, ver Matriz de Datos Índices en Anexo 4.2 en Archivos Digitales en Excel.

En resumen, la Tasa de Población de Inmigrantes Recientes llega a alcanzar valores significativos en una proporción de 32 inmigrantes por cada cien habitantes en algunas UGs, por su ubicación las más altas concentraciones las encontramos hacia las zonas del periurbano principalmente. Sin embargo, la mayor cantidad de migrantes se encuentra, por su número, en la Zona Urbana lo que indica un flujo migratorio considerable hacia la ciudad de Morelia, que puede estar asociado a diversas causas; educacionales, culturales, de empleo, etc. Si tomamos en cuenta la población que habita cada Zona, encontramos que el porcentaje de inmigrantes recientes es mayor en el Periurbano que en las Zonas Rural y Urbana, ello coincide con las áreas de mayor atracción de inmigrantes acumulados, por lo que se evidencia que en relación a la población de cada Zona, los inmigrantes se asientan preferentemente en las unidades periurbanas, Ver Mapa 4.6. Tasa de Población Inmigrante Reciente en las unidades geocológicas de la ZMM (TPIR) (tasa) en sección de Referencias Cartográficas.

Mapa 4.6. Tasa de Población Inmigrante Reciente en las unidades geocológicas de la ZMM (TPIR) (tasa).

- Porcentaje de la Población con discapacidad (DISC1R)

El indicador DISC1R se obtuvo a partir de la transferencia de los datos de Población con discapacidad por manzanas y localidades rurales a las unidades geocológicas de la ZMM, mediante la herramienta *Spatial Join* del Arcgis 10.0; la unión se realizó bajo la relación de uno a muchos, debido a que una unidad geocológica puede contener una o varias manzanas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante *Summarize* y se generó el valor

total de la variable Población con discapacidad (DISC1) y Población total (POB1) en cada polígono. Ello permitió calcular el porcentaje de la Población con discapacidad con respecto a la Población total de cada polígono de UGs en la ZMM. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Quantile*, para las unidades geológicas según su porcentaje de Población con discapacidad por unidad geológica, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 4.1 en Archivos Digitales en Excel.

La Población con Discapacidad en la ZMM es de 25911 personas lo que representa el 3.1 % de la población total de la misma. La población discapacitada alcanza máximos del 18.5 % en algunas unidades geológicas, con respecto a su población total (Cuadro 4.7.a).

En el cuadro 4.7, se muestra la Población Discapacitada al interior de la ZMM por categorías del indicador. Al comparar el número de discapacitados, con el valor total de esta población en cada Zona; encontramos que en la Zona Urbana predominan la cantidad de personas discapacitadas en categoría alta con el 37.6 % en las UGs. En la Zona Periurbana, la población discapacitada, prevalece en la categoría baja con el 28.6 %. En la Zona Rural, es evidente el predominio de la concentración de población en la categoría muy alta del indicador con el 43.1 % y alta con el 38.8 % (81.9 % en total).

Cuadro 4.7. Distribución de la Población con Discapacidad (DISC1R) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).

Categoría de DISC1R	Población de DISC1 en ZU (% con relación al total de la ZU)	Población de DISC1 en ZP (% con relación al total de la ZP)	Población de DISC1 en ZR (% con relación al total de la ZR)
Muy Alta	2785 (15.1)	442 (15.6)	1964 (43.1)
Alta	6922 (37.6)	628 (22.1)	1766 (38.8)
Media	3352 (18.2)	637 (22.4)	493 (10.8)
Baja	4014 (22.2)	814 (28.6)	243 (5.3)
Muy Baja	1335 (6.9)	321 (11.3)	91 (2)
DISC1 Total (% en relación a POB1 de cada Zona)	18408 (2.9)	2842 (2.6)	4557 (5)
DISC1 Total (% en relación a POB1 de la ZMM)	18408 (2.2)	2842 (0.3)	4557 (0.5)
Área sin población (km²)	16	86.4	753.2

Población POB1 de ZMM = 829366 habitantes, Población discapacitada DISC1 en ZMM= 25807 habitantes, ZU: Zona Urbana POB1= 626445 habitantes, ZP: Zona Periurbana POB1= 107910 habitantes, ZR: Zona Rural POB1 = 5011 habitantes

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 4.7, al comparar el número de discapacitados con la población total de cada Zona, el 5 % de la población de la Zona Rural tiene discapacidad, el 2.9 % de la Zona Urbana y el 2.6 % de la Zona Periurbana. En relación a la mayor cantidad de población discapacitada, se encuentran en la Zona Urbana, lo que representa el 2.2 % de la población total de la ZMM, la Zona Periurbana y Rural muestran porcentos muy bajos de la cantidad de población discapacitada con relación a la población total de la ZMM. En las Zonas Rural, Periurbana y Urbana existen unidades geocológicas sin población por otros usos, sin población discapacitada, sin asentamientos urbanos y rurales, o con datos confidenciales con una superficie de 855 km² lo que representa el 44.2 % de la ZMM.

En el cuadro 4.7.a, se observan los porcentos de población en cada categoría de DISC1R y la superficie que ocupan las UGs de cada categoría. Al observar la población total de discapacitados por categorías, encontramos que el mayor porcentaje de esta población se encuentra en las UGs con categoría alta y muy alta con el 36 % y el 20 % respectivamente, las que se distribuyen en el 57.7 % de la superficie total de la ZMM. En la categoría muy baja se encuentra el 6.5 % en una superficie que ocupa el 7.3 % en la Zona Metropolitana.

Cuadro 4.7.a. Categorías del Porcentaje de la Población con Discapacidad (DISC1R) en las unidades geocológicas de la ZMM.

Categorías de DISC1R según % en las UGs	Valor de rango de % de DISC1R por UGs	Población total de DISC1 (% en relación a DISC1 total)	Área de las UGs km² (% en relación a la superficie total con población)
Muy Alta	6.41 - 18.54	5191 (20.1)	272.5 (25.3)
Alta	3.76 - 6.40	9316 (36.1)	358.2 (32.4)
Media	2.50 - 3.75	4482 (17.4)	177.2 (17.1)
Baja	1.59 - 2.49	5071 (19.9)	193.6 (17.9)
Muy Baja	0.01 - 1.58	1747 (6.5)	77.6 (7.3)
Total (% con respecto a la población y superficie total de la ZMM)	-----	25807 (3.1)	1079.1 (55.8)
UGs sin población por otros usos, sin población con discapacidad, o sin asentamientos urbanos o rurales	0	-----	855.6 (44.2 % de la ZMM)

Superficie de la ZMM= 1934.6 km², Población Total en la ZMM =829366 habitantes, Porcentaje de la Población con

Discapacidad DISC1R = 3.1 %

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de las categorías por el indicador DISC1R se presenta en el Mapa 4.7. En la Zona Urbana de la ZMM predominan por su distribución espacial las UGs concentradas en las categorías muy alta y alta en el Centro Histórico y alrededores, y las categorías bajas y media conforman un anillo alrededor del centro urbano, con predominio al sur de la categoría muy baja. En la Zona Periurbana, de acuerdo a la distribución espacial del indicador no se puede definir el predominio de una categoría sobre otra. En la zona Rural prevalecen las categorías muy alta y alta.

En la categoría muy alta del porcentaje de la Población Discapacitada las unidades más representativas son UGs; 60-3, 50-13 y 137-5 en las localidades Isaac Arriaga (Noriega), Colonia la Palma, Ojo de Agua (Escorpión Potrerito). En la categoría alta encontramos las UGs; 60-1, 2-5 y 267-2 en la localidad Joya de la Huerta, La Palmita (La Trampa) y El Correo. En la categoría media, las unidades más representativas son UGs; 264-1, 36-6 y 149-5 y la localidad Cuanajillo Grande y la colonia Unidad Habitacional Santa Teresa Infonavit, Francisco I Madero (el pantano). Entre las principales unidades en la categoría baja se encuentran las UGs; 204-10, 218-20 y 101-7 en la colonia Plan de Ayutla, Residencial Fuentes de Morelia y Buenavista. En el otro extremo, categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 238-1, 16-2 y 36-2, en las colonias Lomas de San Juan, San Isidro Itzicuaró Norte y la localidad Fraccionamiento de la Luz, ver Matriz de Datos Índices en Anexo 4.2 en Archivos Digitales en Excel.

En resumen, la cantidad de Población Discapacitada alcanza valores significativos muy altos en la Zona Urbana, en particular en el Centro Histórico de la ciudad de Morelia con una distribución muy homogénea de las categorías del indicador; en la Zona Periurbana el número de personas discapacitadas es mucho menor y la distribución es similar a la Zona Urbana; en la Zona Rural el número de discapacitados crece con relación a la Zona Periurbana y a diferencia de las anteriores Zonas se concentra esta población en determinadas UGs. Si tomamos en cuenta la población discapacitada con relación a la población total de cada Zona, ello coincide, es decir, es mayor en la Zona Rural, que en la Zona Urbana y el Periurbano, ver Mapa 4.7. Población con Discapacidad en las unidades geocológicas de la ZMM (DISC1R) (%) en sección de Referencias Cartográficas.

[Mapa 4.7. Población con Discapacidad en las unidades geocológicas de la ZMM \(DISC1R\) \(%\)](#)

- **Densidad de Población (DP)**

El indicador DP se obtuvo a partir de la transferencia de los datos de Población total por manzanas y localidades rurales a las unidades geoecológicas de la ZMM, mediante la herramienta *Spatial Join* del Arcgis 10.0; la unión se realizó bajo la relación de uno a muchos, debido a que una unidad geoecológica puede contener una o varias manzanas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante *Summarize*, se generó el valor total de la variable Población total (POB1) en cada unidad geoecológica y se calculó el área geométrica del conjunto de UGs que conforman las tres Zonas por su tipo de urbanización; urbana, periurbana y rural. Ello permitió calcular la densidad de población con respecto a la superficie en kilómetros cuadrados por cada Zona en la que se localiza la UGs en la ZMM. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Quantile*, para las unidades geoecológicas según su densidad de Población, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 4.1 en Archivos Digitales en Excel.

La población en la ZMM es de 829366 en una superficie de 1934.6 km², lo que significa una densidad de población de 428.7 hab/km² para la misma, sin embargo, como veremos más adelante, ella será muy diferente para la Zona Urbana, Periurbana y Rural e incluso para algunas UGs donde alcanza máximos de 330 habitantes por kilómetros cuadrados (Cuadro 4.8.a).

En el cuadro 4.8, se muestra la Densidad de Población al interior de la ZMM por categorías en las UGs. Al comparar la población que habita en cada categoría de densidad de población, con la población total de cada Zona, tenemos que en la Zona Urbana de la Zona Metropolitana es evidente que se encuentra la mayor población en la categoría muy alta, con el 88.2 % del total de habitantes en las UGs; en la Zona Periurbana, predominan la cantidad de población en la categoría muy alta que concentra el 67.7 % de la población total en las UGs de la zona. En la Zona Rural, prevalece la categoría baja por la cantidad de población con el 41.6 %. En esta zona no existen UGs con muy alta densidad de población y solo existe una UG con categoría de alta DP.

Cuadro 4.8. Distribución de la Densidad de Población (DP) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).

Categoría de DP	Población según POB1 en ZU (% con relación al total de la ZU)	Población según POB1 en ZP (% con relación al total de la ZP)	Población según POB1 en ZR (% con relación al total de la ZR)
Muy Alta	552749 (88.2)	73090 (67.7)	0
Alta	51975 (8.3)	29534 (27.4)	14972 (15.8)
Media	18082 (2.9)	4248 (3.9)	30254 (31.8)
Baja	3304 (0.5)	741 (0.7)	39488 (41.6)
Muy Baja	335 (0.1)	297 (0.3)	10297 (10.8)
Población Total (% en relación POB1 de la ZMM)	626445 (75.5)	107910 (13)	95011 (11.5)
Área sin población (km²)	4.6	35.6	362.3

Población_POB1 de ZMM = 829366 habitantes, ZMM superficie total= 1934.6 Km², ZU: Zona Urbana_POB1= 626445 habitantes, ZP: Zona Periurbana_POB1= 107910 habitantes, ZR: Zona Rural_POB1 =95011 habitantes

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 4.8, la mayor cantidad de población de la ZMM se encuentran en la Zona Urbana, lo que representa el 75.5 % de la población de la misma, en la Zona Periurbana disminuye la mitad de la cantidad de población, representa el 13 % del área Metropolitana y le sigue la Zona Rural con el 11.5 %. En estas tres Zonas existen superficies de unidades geocológicas sin población por otros usos, o sin asentamientos urbanos o rurales, se agrupan en una extensión de 402.4 km² lo que representa el 20.8 % de la ZMM.

Cuadro 4.8.a. Categorías de la Densidad de Población (DP) en las unidades geocológicas de la ZMM.

Categorías de DP según valor en las UGs	Valor del rango según hab/ km² por UGs	Población total en la DP (% en relación a DP total)	Área de las UGs km² (% en relación a la superficie total con población)
Muy Alta	11.9 – 330	625839 (75.5)	84.7 (5.5)
Alta	3.29– 11.8	96481 (11.6)	37.6 (2.5)
Media	0.99 – 3.28	52584 (6.3)	124.8 (8.1)
Baja	0.30 -0.98	43533 (5.2)	548.8 (35.8)
Muy Baja	0.01 - 0.29	10929 (1.3)	736.3 (48.1)
Total (% con respecto a la población y superficie total de la ZMM)	-----	829366 (100)	1532.2 (79.2)
UGs sin población por otros usos, sin población, o sin asentamientos urbanos o rurales	0	-----	402.4 (20.8 % de la ZMM)

Superficie de la ZMM= 1934.6 km², Población POB1 de ZMM = 829366 habitantes

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 4.8.a, se observa la Densidad de Población y la superficie que ocupan las UGs en cada categoría del indicador. Al observar la relación de habitantes por km² por categorías, encontramos que la mayor cantidad de población, el 75.5 %, se encuentra en las UGs con categoría muy alta del indicador y se localizan en una superficie de 5.5 % del área total de la ZMM. En el otro extremo, en la categoría muy baja de densidad de población, se encuentra el 1.3 % de la población en una superficie que ocupa el 48.1 % en la Zona Metropolitana, por lo que la población se encuentra mucho más dispersa.

La distribución de las UGs por categorías de Densidad de Población se presenta en el Mapa 4.8. Del análisis podemos decir que en la Zona Urbana de la ZMM es evidente que prevalecen las unidades geocológicas en la categoría muy alta por su distribución espacial. En la Zona Periurbana, predominan espacialmente las UGs en las categorías muy baja y baja. En la Zona Rural, se concentra la categoría muy baja en su distribución espacial en UGs de grandes superficies.

En la categoría muy alta de la Densidad de Población las unidades más representativas son UGs; 204-18, 36-7 y 204-20 en las colonias Juárez, Esther Tapia, Industrial. En la categoría alta encontramos las UGs; 208-5, 178-6 y 254-4 en las Colonias Tarímbaro Centro, Loma Colorada y la localidad Fraccionamiento Erandeni I, II y IV. En la categoría media, las unidades más representativas son UGs; 165-2, 256-1 y 182-3 y las colonias Barrio de Santiago, Barrio del Prendimiento, Cuto del Porvenir Centro. Entre las principales unidades en la categoría baja se encuentran las UGs; 133, 55-4 y 256-2 en las localidades Santiago Undameo, Chiquimitío, Tacícuaro. En el otro extremo, categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 94-3, 196 y 156-3 las localidades La Cofradía, La Maiza, El Cuervo, ver Matriz de Datos Índices en Anexo 4.2 en Archivos Digitales en Excel.

En resumen, la mayor Densidad de Población en la ZMM se localiza en la Zona Urbana consolidada, con máximos de 330 habitantes por kilómetros cuadrados, en un número alto de unidades, esto se debe en parte a la existencia de infraestructura habitacional de edificaciones de hasta 4 pisos en algunas UGs del centro urbano. En la Zona Rural sin embargo las mayores concentraciones de la densidad poblacional se encuentran hacia las categorías media y baja, con máximos de hasta 4 habitantes por kilómetros cuadrados en algunas UGs, lo que indica la dispersión en la población que reside en las localidades rurales, ver Mapa 4.8. Densidad

de Población en las unidades geocológicas de la ZMM (DP) (%) en sección de Referencias Cartográficas.

IV.1.2. Aspectos Sociales

- Porcentaje de la Población sin derechohabiencia a servicios de salud (SALUD2R)

El indicador SALUD2R se obtuvo a partir de la transferencia de los datos de Población sin derechohabiencia a servicios de salud por manzanas y localidades rurales a las unidades geocológicas de la ZMM, mediante la herramienta *Spatial Join* del Arcgis 10.0; la unión se realizó bajo la relación de uno a muchos, debido a que una unidad geocológica puede contener una o varias manzanas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante *Summarize* y se generó el valor total de la variable Población sin derechohabiencia a servicios de salud (SALUD2) en cada polígono. Ello permitió calcular la SALUD2 con respecto a la población en cada unidad geocológica de cada polígono de UGs en la ZMM. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Quantile*, para las unidades geocológicas según la Población sin derechohabiencia a servicios de salud por unidad geocológica, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 4.1 en Archivos Digitales en Excel.

La Población sin derechohabiencia a servicios de salud en la ZMM es de 298210 personas lo que representa el 36 % de la población total en la misma. La Población sin derechohabiencia a servicios de salud alcanza máximos de 94 % con respecto a su población total, en algunas unidades geocológicas (Cuadro 4.9.a).

En el cuadro 4.9, se muestra la Población Sin Derechohabiencia a los Servicios de Salud al interior de la ZMM por categorías en las UGs. Al comparar la población en cada categoría del indicador, con la población total sin derechohabiencia a servicios de salud, encontramos que en la Zona Urbana se encuentra el 41 % de personas sin acceso a los servicios de salud en las UGs con categoría alta del indicador que si lo sumamos al 8.9 % de la categoría muy alta, sitúa al 50 % de la población en estas categorías; en la Zona Periurbana, de acuerdo al total de población sin derechohabiencia, predomina el 43.3 % de personas sin acceso a la

salud en la categoría muy baja y en la Zona Rural, se evidencia el predominio de población sin acceso a los servicios médicos (85 %) en las categorías muy alta y alta.

Cuadro 4.9. Distribución de la Población sin Derechohabiencia a Servicios de Salud (SALUD2R) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).

Categoría de SALUD2R	Población de SALUD2 en ZU (% con relación al total de la ZU)	Población de SALUD2 en ZP (% con relación al total de la ZP)	Población de SALUD2 en ZR (% con relación al total de la ZR)
Muy Alta	19664 (8.9)	4578 (14.5)	26658 (59.2)
Alta	90503 (41)	3925 (12.4)	11882 (26.4)
Media	69738 (31.5)	7747 (24.6)	1064 (2.4)
Baja	27335 (12.3)	1641 (5.2)	4180 (9.3)
Muy Baja	14432 (6.5)	13645 (43.3)	1218 (2.7)
SALUD2 Total (% en relación a POB1 de cada Zona)	221672(35.4)	31536 (29.2)	45002 (47.4)
SALUD2 Total (% en relación a POB1 de la ZMM)	221672 (26.7)	31536 (3.8)	45002 (5.4)
Área sin población (km²)	6.2	60.7	467.4

Población POB1 de ZMM = 829366 habitantes, Población SALUD2 en ZMM= 298210 habitantes, ZU: Zona Urbana_ POB1= 626445 habitantes, ZP: Zona Periurbana_ POB1= 107910 habitantes, ZR: Zona Rural_ POB1 = 95011 habitantes
Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 4.9, si tomamos en cuenta la población de cada Zona, en relación a los habitantes sin derechohabiencia, encontramos que en la Zona Rural, el 47.4 % de sus pobladores no tienen acceso a la salud, en la Zona Urbana el 35.4 % y en la Zona Periurbana el 29.2 %, ello demuestra que en la Zona Rural, en relación a la población de esa Zona, es donde más problemas se presentan en el indicador de acceso a los servicios médicos. Sin embargo, la mayor cantidad de población sin derechohabiencia a los servicios de salud se encuentran en la Zona Urbana, lo que representa el 26.7 % de la población total en la ZMM, la Zona Periurbana disminuye en la cantidad de población, con el 3.8 % del área Metropolitana y en la Zona Rural la cantidad de población sin acceso a los servicios médicos es el 5.4 % de la población total. En las Zonas Rural, Periurbana y Urbana existen unidades geocológicas sin población por otros usos, sin asentamientos urbanos y rurales, o con datos confidenciales con una superficie de 534.4 km² lo que representa el 27.6 % de la ZMM.

En el cuadro 4.9.a, se observan los porcentos de población en cada categoría de SALUD2R y la superficie que ocupan las UGs de cada categoría del indicador. Si observamos la población total sin derechohabientes al servicio de salud por categorías, encontramos que el mayor por ciento de la misma se encuentra en las UGs con categoría alta con el 35.6 % que sumado a un 17.1 % en la categoría muy alta del indicador hacen un 52.7 %. La categoría media del indicador, presenta el 26.3 % de la población sin acceso a los servicios de salud.

Cuadro 4.9.a. Categorías del Porcentaje de la Población sin derechohabencia a servicios de salud (SALUD2R) en las unidades geoecológicas de la ZMM.

Categorías de SALUD2R según valor en las UGs	Valor del rango de SALUD2R según % por UGs	Población total de SALUD2 (% en relación a SALUD2 total)	Área de las UGs km² (% en relación a la superficie total con población)
Muy Alta	45.17 - 94.12	50900 (17.1)	660 (47.1)
Alta	38.01 - 45.16	106310 (35.6)	364.1 (26)
Media	32.74 - 38.00	78549 (26.3)	143.7 (10.3)
Baja	24.90 - 32.73	33156 (11.1)	133.1 (9.5)
Muy Baja	0.01 - 24.89	29295 (9.8)	99.5 (7.1)
Total (% en relación a POB1 y superficie total de la ZMM)	-----	298210 (36)	1400.3 (72.4)
UGs sin población por otros usos, sin población SALUD2, o sin asentamientos urbanos o rurales	0	-----	534.4 (27.6 % de la ZMM)

Superficie de la ZMM= 1934.6 km², Porcentaje Población sin derechohabencia a servicios de salud_ SALUD2 = 36 %

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de las categorías por el indicador SALUD2R se presenta en el Mapa 4.9. Del análisis conjunto podemos decir que en la Zona Urbana se observa el predominio de tres distribuciones espaciales; en las UGs del Centro Histórico y alrededores la categoría media, al sur del centro urbano las categorías muy baja, baja y al norte la categoría alta. En la Zona Periurbana, predomina la categoría muy baja en la distribución espacial del indicador. En la Zona Rural, predomina la categoría muy alta y alta, y se corresponde con UGs con grandes dimensiones.

En la categoría muy alta del porcentaje de Población Sin Derechohabencia a Servicios de Salud las unidades más representativas son UGs; 86-1, 279 y 280 en las localidades rurales Atécuaro. En la categoría alta encontramos las UGs; 83-1, 239-2 y 209-5 en la localidad rural La Noria y la colonia Socialista. En la categoría media, las unidades más representativas son

UGs; 101-14, 204-23 y 38-1 en las colonias Alfonso Espinoza Guerrero, prados del Campestre y Margarita Maza de Juárez. Entre las principales unidades en la categoría baja se encuentran las UGs; 205-38, 105-2 y 102-15 en la localidad Fraccionamiento Paraíso Escondido Etapa I, II y III y la colonia Fracc. Emiliano Zapata. En el otro extremo, categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 205-12, 204-15 y 147-3 la localidad El Cuitzillo Chico, las colonias Fracc. Los Pinos de Michoacán, Fracc. Libertad, ver Matriz de Datos Índices en Anexo 4.2 en Archivos Digitales en Excel.

El mayor número de pobladores sin derechohabiencia de la ZMM de Morelia se encuentra en la Zona Urbana, seguido de la Zona Rural, pero con una amplia diferencia en número. En la Zona Urbana predomina este grupo en determinadas UGs de pequeña superficie, con alta concentración. En la Zona Periurbana, por el contrario, este grupo de personas sin derechohabiencia se encuentran dispersas en muchas unidades, no se concentran; mientras en la Zona Rural ocurre que se concentran estas personas, en pocas unidades de gran extensión. Sin embargo, de acuerdo a la población total de cada Zona; en la Zona Rural en relación a su población total es donde más problemas se presentan en el indicador de acceso a los servicios médicos con casi el 50 % de su población, ver Mapa 4.9. Población sin Derechohabiencia a Servicios de Salud en las unidades geoecológicas de la ZMM (SALUD2R) (%) en sección de Referencias Cartográficas.

Mapa 4.9. Población sin Derechohabiencia a Servicios de Salud en las unidades geoecológicas de la ZMM (SALUD2R) (%).

- Porcentaje de la Población de 15 años y más analfabeta (EDU28R)

El indicador EDU28R se obtuvo a partir de la transferencia de los datos de Población de 15 años y más analfabeta por manzanas y localidades rurales a las unidades geoecológicas de la ZMM, mediante la herramienta *Spatial Join* del Arcgis 10.0; la unión se realizó bajo la relación de uno a muchos, debido a que una unidad geoecológica puede contener una o varias manzanas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante *Summarize* y se generó el valor total de la variable Población de 15 años y más analfabeta (EDU28) en cada polígono de las UGs. Ello permitió calcular el indicador EDU28R con respecto a la población de 15 años y más (POB20) de cada polígono por unidad geoecológica en la ZMM. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG

Quantile, para las unidades geocológicas según la Población de 15 años y más analfabeta, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 4.1 en Archivos Digitales en Excel.

La Población de 15 años y más Analfabeta por unidad geocológica en la ZMM es de 21947 personas lo que representa el 2.6 % de la población total de la misma. La Población analfabeta alcanza máximos del 36.7 % en algunas unidades geocológicas con relación a su población total (Cuadro 4.10.a).

En el cuadro 4.10, se muestra la Población Analfabeta en el grupo de edad de 15 años y más al interior de la ZMM, por categorías en las UGs. Al comparar la población en cada categoría contra el total de analfabetos en cada Zona; encontramos que en la Zona Urbana predomina la población en las UGs con categoría baja, con el 50.2 % de personas sin acceso a la educación; en la Zona Periurbana, de acuerdo al total de población sin educación, predomina la población analfabeta, 46.5 %, en la categoría alta; en la Zona Rural, se evidencia el predominio del 56.6 % de la población sin acceso a los servicios educacionales en la categoría muy alta, que sumada a la población en la categoría alta, asciende al 95 % de la población analfabeta. Sin embargo, si observamos el porcentaje con respecto a la población total metropolitana; la mayor cantidad de Población Analfabeta se encuentran en la Zona Urbana, lo que representa el 1.5 % de la población total de la ZMM, en la Zona Periurbana y Rural disminuye en la cantidad de población en estas condiciones, con el 0.3 % y 0.9 % de la Zona Metropolitana respectivamente. Con relación a la cantidad de habitantes de cada Zona, el mayor por ciento de analfabetos se encuentra en la Zona Rural con el 8 %, muy superior al de las otras dos Zonas que no sobrepasan el 2 %. En las Zonas Rural, Periurbana y Urbana existen unidades geocológicas sin población por otros usos, sin población que no es analfabeta, sin asentamientos urbanos y rurales, o con datos confidenciales con una superficie de 635.4 km², lo que representa el 32.8 % de la ZMM.

Cuadro 4.10. Distribución de la Población de 15 años y más analfabeta (EDU28) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).

Categoría de EDU28R	Población de EDU28 en ZU (% con relación al total de la ZU)	Población de EDU28 en ZP (% con relación al total de la ZP)	Población de EDU28 en ZR (% con relación al total de la ZR)
Muy Alta	89 (0.7)	271 (12.8)	4353 (56.6)
Alta	418 (3.4)	985 (46.5)	2930 (38.1)
Media	3887 (32)	441 (20.8)	349 (4.5)
Baja	6090 (50.2)	221 (10.4)	54 (0.7)
Muy Baja	1659 (13.7)	200 (9.4)	0
Total EDU28 (% en relación a POB1 en cada zona)	12143 (1.9)	2118 (1.96)	7686 (8.1)
Total EDU28 (% en relación a POB1 de la ZMM)	12143 (1.5)	2118 (0.3)	7686 (0.9)
Área sin población (km²)	26.1	92.1	517.3

Población POB1 de ZMM = 829366 habitantes, Población EDU28 en ZMM= 21947 habitantes, ZU: Zona Urbana_ POB1= 626445 habitantes, ZP: Zona Periurbana_ POB1= 107910 habitantes, ZR: Zona Rural_ POB1 = 95011 habitantes

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 4.10.a, se observan los porcentos de población en cada categoría de EDU28R y la superficie que ocupan las UGs de cada categoría del indicador. Si observamos la Población Analfabeta por categorías, encontramos que el mayor por ciento de la Población, 29 %, se encuentra en las UGs con categoría baja, aunque en general la distribución es bastante homogénea alrededor de la media. La categoría muy baja, presenta el porcentaje más bajo de la población que no sabe leer ni escribir con el 8.5 % de analfabetos.

Cuadro 4.10.a. Categorías del Porcentaje de Población de 15 años y más analfabeta (EDU28R) en las unidades geocológicas de la ZMM.

Categorías de EDU28R según % en las UGs	Valor del rango según % EDU28R por UGs	Población total de EDU28 (% en relación a EDU28 total)	Área de las UGs Km² (% en relación a la superficie total con población)
Muy Alta	12.23 - 36.67	4713(21.5)	791 (60.9)
Alta	7.70 - 12.22	4333 (19.7)	292.2 (22.5)
Media	4.36 - 7.69	4677 (21.3)	141.2 (10.9)
Baja	2.08 - 4.35	6365 (29)	37.75 (2.9)
Muy Baja	0.01 - 2.07	1859 (8.5)	37.01 (2.8)
Total (% con respecto a la población y superficie total de la ZMM)	-----	21947 (2.6)	1299.2 (67.2)
UGs sin población por otros usos, sin población analfabeta, o sin asentamientos urbanos o rurales	0	-----	635.4 (32.8 % de la ZMM)

Superficie de la ZMM= 1934.6 km², Población de 15 años y más analfabeta_EDU28, Porcentaje de Población de 15 años y más analfabeta_EDU28R

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de las categorías por el indicador EDU28R se presenta en el Mapa 4.10. Del análisis conjunto podemos decir que en la Zona Urbana de la ZMM predominan las UGs en la categoría muy baja y baja, aunque se observan varias UGs con categoría media en la frontera con la Zona Periurbana. En la Zona Periurbana, de acuerdo a la distribución espacial del indicador, predominan las categorías muy baja y baja. En la Zona Rural, se evidencia en la distribución espacial el predominio de la categoría muy alta del indicador en UGs con grandes dimensiones.

En la categoría muy alta del porcentaje de Población Analfabeta las unidades más representativas son UGs; 77-1, 268-6 y 92-2 en las localidades rurales Zajo Grande, Los Mezquites [Campestre Deportivo], Las Majadas. En la categoría alta encontramos las UGs; 108-1, 60-3 y 30-2 en las localidades rurales Colonia Abel Martínez, Isaac Arriaga (Noriega), y la colonia Quinceo. En la categoría media, las unidades más representativas son UGs; 208-2, 60-1 y 232-1 y las localidades rurales La Mintzita (Piedra Dura), Tiripetío, Joya de la Huerta. Entre las principales unidades en la categoría baja se encuentra las UGs; 162-3, 164 y 214-16 en las colonias Fracc. Buenavista, Unidad Nacional, Jardines del Rincón. En el otro extremo, categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 51-2, 225-3 y 204-2 las colonias Villas de Morelia, El Dorado, Valerio Trujano, ver Matriz de Datos Índices en Anexo 4.2 en Archivos Digitales en Excel.

De tal manera, el mayor número de analfabetos de la ZMM se encuentra en la Zona Urbana y están repartidos de manera homogénea en las categorías del indicador, aunque predominan las UGs con categoría baja del mismo. En la Zona Periurbana se desplaza la concentración de la población analfabeta hacia las unidades con categoría alta, es decir el número de analfabetos se encuentra en menor número de unidades, más concentrados y hacia la Zona Rural se intensifica este proceso, las unidades con categoría de alta concentración tienen además mayor extensión en esta Zona. Con relación a la cantidad de habitantes de cada Zona, el mayor porcentaje de analfabetos se encuentra en la Zona Rural con el 8 %, muy superior al de las otras dos Zonas que no sobrepasan el 2 %, ver Mapa 4.10. Población de 15 años y más Analfabeta en las unidades geocológicas de la ZMM (EDU28R) (%) en sección de Referencias Cartográficas.

Mapa 4.10. Población de 15 años y más Analfabeta en las unidades geocológicas de la ZMM (EDU28R) (%).

- Porcentaje de la Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior (EDU43R)

El indicador EDU43R se obtuvo a partir de la transferencia de los datos de Población 18 a 130 años de edad que tienen como máxima escolaridad algún grado aprobado en bachillerato (EDU43) y sus equivalentes por manzanas y localidades rurales a las unidades geocológicas de la ZMM, mediante la herramienta *Spatial Join* del Arcgis 10.0; la unión se realizó bajo la relación de uno a muchos, debido a que una unidad geocológica puede contener una o varias manzanas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante Summarize, se generó el valor total de la variable EDU43 en cada polígono. Ello permitió calcular la Población con algún grado aprobado en bachillerato y sus equivalentes con respecto a la población de 18 años y más (POB21) de cada unidad geocológica en la ZMM. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Quantile*, para las unidades geocológicas según la Población con algún grado aprobado en bachillerato y sus equivalentes por unidad geocológica, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 4.1 en Archivos Digitales en Excel.

La Población 18 a 130 años de edad que tiene al menos algún grado aprobado en educación media superior, en la ZMM es de 95567 personas, lo que representa el 11.5 % de la población total de la misma. La Población 18 a 130 años de edad que tienen al menos algún grado aprobado alcanza máximos del 40.5 %, con respecto a su población total, en algunas unidades geocológicas (Cuadro 4.11.a).

En el cuadro 4.11 se muestra la Población con al menos un grado aprobado en educación media superior al interior de la ZMM por categorías del indicador en las UGs. Si comparamos esta población por categorías, con el total de población con al menos un grado aprobado en educación media superior de cada Zona, encontramos que en la Zona Urbana predomina el 50.2 % de esta población en las UGs con categoría alta, en la Zona Periurbana, el 73.3 % de esta población se encuentra en las UGs de la categoría muy alta y en la Zona Rural, el 47 y 45.9 % de esta población respectivamente, se presenta en la categoría baja y muy baja, diferencias muy marcadas.

Cuadro 4.11. Distribución de la Población con al menos un grado aprobado en educación media superior al interior (EDU43R) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).

Categoría de EDU43R	Población de EDU43 en ZU (% con relación al total de la ZU)	Población de EDU43 en ZP (% con relación al total de la ZP)	Población de EDU43 en ZR (% con relación al total de la ZR)
Muy Alta	15572 (19.5)	8769 (73.3)	161 (4.4)
Alta	40153(50.2)	572 (4.8)	24 (0.7)
Media	19116 (23.9)	688 (5.8)	77 (2.1)
Baja	4534 (5.7)	1425 (11.9)	1724 (47)
Muy Baja	556 (0.7)	511 (4.3)	1685 (45.9)
EDU43 Total (% en relación a la POB1 de cada Zona)	79931 (12.8)	11965 (11.1)	3671 (3.9)
EDU43 Total (% en relación a POB1 de la ZMM)	79931 (9.6)	11965 (1.4)	3671 (0.4)
Área sin población (km²)	6.3	87.6	921

Población POB1 de ZMM = 829366 habitantes, Población EDU43 en ZMM= 95567 total, % de EDU43 en la ZMM = 11.5
 ZU: Zona Urbana POB1= 626445 habitantes, ZP: Zona Periurbana POB1= 107910 habitantes, ZR: Zona Rural POB1 =95011 habitantes
 Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 4.11, la mayor cantidad de Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior se encuentran en la Zona Urbana, lo que representa el 9.6 % de la población total de la misma, la Zona Periurbana y Rural muestran porcentajes muy bajos, de la cantidad de personas con estudios superiores. No obstante, si observamos la relación de esta parte de la población, con la población total de cada Zona, encontramos que en la Zona Urbana la población de 18 años o más, con al menos un grado aprobado en educación media, es del 12.8 % en la Zona Urbana; del 11.1 % en la Zona Periurbana y en la Zona Rural del 3.9 %; estos valores, aún para la Zona Urbana, son muy bajos. En las Zonas Rural, Periurbana y Urbana existen unidades geoecológicas sin población por otros usos, sin población con educación, sin asentamientos urbanos y rurales, o con datos confidenciales con una superficie de 1014.9 km² lo que representa el 52.5 % de la ZMM.

En el cuadro 4.11.a, se observan los porcentajes de población de EDU43R y la superficie que ocupan las UGs, por categoría del indicador. Al comparar la población con al menos un grado aprobado en educación media superior, de cada categoría del indicador, con el total de dicha población en cada Zona, tenemos que, el 42.6 % de estas personas se encuentra en las UGs con categoría alta y se distribuye en el 4.4 % de la superficie total de la ZMM.

Cuadro 4.11.a. Categorías del Porcentaje de la Población 18 a 130 años con al menos un grado aprobado en educación media superior (EDU43R) en las unidades geocológicas de la ZMM.

Categorías de EDU43R según valor en las UGs	Valor del rango según EDU43R por UGs	Población total de EDU43 (% en relación a EDU43 total)	Área de las UGs Km² (% en relación a la superficie total con población)
Muy Alta	23.51 - 40.54	24502 (25.6)	34.4 (3.7)
Alta	18.58 - 23.50	40749 (42.6)	40.7 (4.4)
Media	14.05 - 18.57	19881 (20.8)	35.1 (3.8)
Baja	8.37 - 14.04	7683 (8.1)	111.7 (12.1)
Muy Baja	0.01 - 8.36	2752(2.9)	697.8 (75.8)
Total (% en relación a POB1 y superficie total de la ZMM)	-----	95567 (11.5)	919.7 (47.5)
UGs sin población por otros usos, sin población EDU43, o sin asentamientos urbanos o rurales	0	-----	1014.9 (52.5 % de la ZMM)

Superficie de la ZMM= 1934.6 km², Población POB1 de ZMM = 829366 habitantes

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de las categorías por el indicador EDU43R se presenta en el Mapa 4.11. De su valoración podemos decir que en la Zona Urbana predominan las UGs con categoría alta por su distribución espacial, aunque se destacan varias UGs al norte de la ciudad de Morelia con categoría baja. En la Zona Periurbana, de acuerdo a su distribución espacial predomina la categoría muy alta. En la Zona Rural, su distribución espacial predomina la categoría muy baja en las UGs con grandes dimensiones.

En la categoría muy alta del porciento de Población 18 a 130 años de edad que tienen como al menos un grado aprobado las unidades más representativas son UGs; 34, 89 y 218-2 en las localidades rurales Fraccionamiento Cerro Verde y las colonias La Calera, Unidad Hab. Constitución de 1857 Infonavit. En la categoría alta encontramos las UGs; 205-10, 147-2 y 101-15 en las colonias Fracc. Villas Morelianas, Lomas de la Huerta y la localidad rural Rinconada de los Sauces. En la categoría media, las unidades más representativas son UGs; 204-16, 224 y 227-6 y las colonias Fracc. Morelos, Independencia. Entre las principales unidades en la categoría baja se encuentra las UGs; 102-16, 38-5 y 205-17 en las colonias Fracc. Balcones de Santa María, Tinijaro, La Camelina. En el otro extremo, categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 149-4, 256-2 y 175-1 en las localidades San Antonio Corrales (Nuevo Coronillas), Tacícuaro, Residencial Bosques, ver Matriz de Datos Índices en Anexo 4.2 en Archivos Digitales en Excel.

En resumen, la Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior es mayor en la Zona Urbana, y se concentra en algunas UGs que muestran categoría muy alta del indicador al sur-oeste del Centro Histórico. En la Zona Periurbana, es similar la distribución de UGs con categoría muy alta. En la Zona Rural esta población se aprecia en la generalidad de UGs la categoría muy baja. No obstante, si observamos la relación de esta parte de la población, con la población total de cada Zona, encontramos que la población de 18 años o más, con al menos un grado aprobado en educación media, es muy similar en la Zona Urbana y en Zona Periurbana, aunque los porcentajes son en general bajos y en la Zona Rural el porcentaje es extremadamente bajo, ver Mapa 4.11. Población 18 a 130 años de edad que tienen al menos 1 grado aprobado en educación superior en las unidades geocológicas de la ZMM (EDU43R) (%) en sección de Referencias Cartográficas.

Mapa 4.11. Población 18 a 130 años de edad que tienen al menos 1 grado aprobado en educación superior en las unidades geocológicas de la ZMM (EDU43R) (%).

- Porcentaje de No asistencia a la escuela de la población en edad escolar normativa básica (EDU6-14R)

El indicador EDU6-14R se obtuvo a partir de la transferencia de los datos de Población que no asiste a la escuela en edad escolar por manzanas y localidades rurales a las unidades geocológicas de la ZMM, mediante la herramienta *Spatial Join* del Arcgis 10.0; la unión se realizó bajo la relación de uno a muchos, debido a que una unidad geocológica puede contener una o varias manzanas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante *Summarize*, se generó el valor total de las variables Población de 6 a 11 años que no asiste a la escuela (EDU10) y Población de 12 a 14 años que no asiste a la escuela (EDU16) de cada polígono de las UGs. Ello permitió calcular la Población que no asiste a la escuela en edad escolar con respecto a la Población total de 6 a 14 años de cada, por cada polígono de unidad geocológica en la ZMM. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Quantile*, para las unidades geocológicas según la Población que no asiste a la escuela en edad escolar, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 4.1 en Archivos Digitales en Excel.

La población que no asiste a la escuela en edad escolar en la ZMM es de 1712 personas lo que representa el 0.2 % de la población total de la misma. La población que no asiste a la escuela en edad escolar alcanza máximos del 22 % con respecto a su población total en algunas unidades geoeológicas, (Cuadro 4.12.a).

En el cuadro 4.12, se muestra la población que no asiste a la escuela en edad escolar al interior de la ZMM por categorías del indicador en las UGs. Si comparamos esta población, con su total en cada Zona; tenemos que en la Zona Urbana predomina el 40 % y 30 % en las UGs con categoría baja y muy baja respectivamente; en la Zona Periurbana la cantidad de niños que no asisten a la escuela en las categorías muy alta y alta es del 29.6 y 28 % respectivamente; en la Zona Rural, de acuerdo al total del indicador EDU6-14R, predomina el 40 % de esta población en la categoría muy alta.

Cuadro 4.12. Distribución de la Población que No asiste a la escuela en edad escolar (EDU6-14R) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).

Categoría de EDU6-14R	Población de (EDU10+EDU16) en ZU (% con relación al total de la ZU)	Población de (EDU10+EDU16) en ZP (% con relación al total de la ZP)	Población de (EDU10+EDU16) en ZR (% con relación al total de la ZR)
Muy Alta	29 (4.8)	123 (29.6)	278 (39.9)
Alta	92 (15.3)	115 (27.7)	229 (32.9)
Media	61 (10.1)	74 (17.8)	145 (20.8)
Baja	240 (39.9)	50 (12.0)	23 (3.3)
Muy Baja	179 (29.9)	53 (12.7)	21 (3)
EDU6-14 Total (% en relación a POB1 de cada Zona)	601 (0.1)	415 (0.4)	696 (0.7)
EDU6-14 Total (% en relación a POB1 de la ZMM)	601 (0.07)	415 (0.05)	696 (0.08)
Área sin población (km²)	61.4	116.3	1177.7

Población POB1 de ZMM = 829366 habitantes, Población EDU6a14 en ZMM= 1783 habitantes, ZU: Zona Urbana_ POB1= 626445 habitantes, ZP: Zona Periurbana_ POB1= 107910 habitantes, ZR: Zona Rural_ POB1 =95011 habitantes

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 4.12, con respecto a la población total de cada zona, la Zona Rural tiene un 0.7 % de la población, próximo a la Zona Periurbana con el 0.4 %, y la Zona Urbana solamente presenta el 0.1 % de la población. Sin embargo, la mayor cantidad de población que no asiste a la escuela en edad escolar se encuentran en la Zona Rural, lo que representa

el 0.08 % de la población total de la ZMM, la Zona Urbana le sigue con un porcentaje próximo de 0.07 y en la Zona Periurbana la cantidad de población que no asiste a la escuela es el 0.05 % de la población total. En general son valores muy bajos. En las Zonas Urbana, Periurbana y Rural existen unidades geocológicas sin población por otros usos, sin población que no asista a la escuela, sin asentamientos urbanos y rurales, o con datos confidenciales con una superficie de 1355.5 km², lo que representa el 70.1 % de la ZMM.

En el cuadro 4.12.a, se observan los porcentajes de población en cada categoría de EDU6-14R y la superficie que ocupan las UGs por categorías del indicador. Si observamos la población total infantil que no asiste a la escuela por categorías, encontramos que el mayor por ciento de esta población, el 25.5 %, se encuentra en las UGs con categoría alta, que ocupan una superficie de 23.6 %.

Cuadro 4.12.a. Categorías de la Población que no asiste a la escuela en edad escolar (EDU6-14R) en las unidades geocológicas de la ZMM.

Categorías de EDU6-14R en las UGs	Valor del rango según % EDU6-14R por UGs	Población total de (EDU10+EDU16) (% en relación a EDU10+EDU16 total)	Área de las UGs Km² (% en relación a la superficie total con población)
Muy Alta	8.15 - 22.22	430 (25.1)	137.6 (23.8)
Alta	4.25 - 8.14	436 (25.5)	136.6 (23.6)
Media	2.92 - 4.24	280 (16.4)	222.4 (38.4)
Baja	1.22 - 2.91	313 (18.3)	40.3 (7)
Muy Baja	0.01 - 1.21	253 (14.8)	42.3 (7.3)
Total (% en relación a POB1 y superficie total de la ZMM)	-----	1712 (0.2)	579.1 (29.9)
UGs sin población por otros usos, sin población EDU10 y EDU16, o sin asentamientos urbanos o rurales	0	-----	1355.5 (70.1 % de la ZMM)

Superficie de la ZMM= 1934.6 km², Población POB1 de ZMM = 830778 habitantes, Porcentaje Población que no asiste a la escuela en edad escolar EDU6-14 R= 0.2 %

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de las categorías por el indicador EDU6-14R se presenta en el Mapa 4.12. Del análisis conjunto podemos decir que en la Zona Urbana de la ZMM predominan las UGs por su distribución espacial en la categoría muy baja. Se observa concentración de las UGs con esta categoría hacia el norte del centro urbano de la ciudad de Morelia. En la Zona Periurbana, existen varias UGs dispersas espacialmente sin predominio aparente, debido a

que se observan las categorías muy bajas, media y alta en proporción aproximada. En la Zona Rural, de acuerdo al total del indicador EDU6-14R, predomina la categoría muy alta y alta.

En la categoría muy alta del porcentaje de Población en edad escolar que no asiste a la escuela las unidades más representativas son UGs; 137-6, 51-3 y 151-2 en las localidades rurales El Tejocote (La Cortina), Colonia José Vasconcelos, Cruz del Barreno. En la categoría alta encontramos las UGs; 258-1, 178-3 y 258-2 en las colonias Coro Grande, Fraccionamiento Hacienda del Sol, Cotzurio. En la categoría media, las unidades más representativas son UGs; 267-2, 256-4 y 147-5 y las localidades rurales El Correo, Teremendo de los Reyes, Fraccionamiento Mirador de las Monarcas. Entre las principales unidades en la categoría baja se encuentra las UGs; 182-2, 106-2 y 94-3 en las localidades La Cofradía, La Morita (Colonia la Morita), Fraccionamiento la Nueva Aldea (Fracción E). En el otro extremo, categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 37-21, 208-5 y 37-9 las colonias Tarímbaro centro, Conjunto Habitacional Rafael Carrillo Infonavit, ver Matriz de Datos Índices en Anexo 4.2 en Archivos Digitales en Excel.

En general, los valores de este indicador son muy bajos, algo muy positivo para la ZMM, sin embargo se manifiesta la problemática en UGs muy particulares de la Zona Rural, se trata de 696 niños en esta Zona, 641 en la Zona Urbana y 432 en la Periurbana que están localizados en las UGs donde habitan y que es necesario atender, ver Mapa 4.12. Población que No asiste a la escuela en edad escolar en las unidades geoecológicas de la ZMM (EDU6-14R) (%) en sección de Referencias Cartográficas.

Mapa 4.12. Población que No asiste a la escuela en edad escolar en las unidades geoecológicas de la ZMM (EDU6-14R) (%).

- Nivel de Escolaridad Alcanzado por la población (NEAIR)

El indicador NEAIR se obtuvo a partir de la transferencia de los datos de los niveles educativos de la población en el grupo etario de 15 años y más por manzanas y localidades rurales a las unidades geoecológicas de la ZMM, mediante la herramienta *Spatial Join* del Arcgis 10.0; la unión se realizó bajo la relación de uno a muchos, debido a que una unidad geoecológica puede contener una o varias manzanas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante *Summarize*, se generó el valor total de las Población de 15 años y más con educación básica completa (EDU37), Población de 15 años y más con educación pos-

básica (EDU40), en cada polígono de las UGs. Ello permitió calcular el Nivel de Escolaridad Alcanzado con respecto a la Población de 15 años y más de cada unidad geoeológica (POB20) de cada polígono de UGs en la ZMM. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Quantile*, para las unidades geoeológicas según el Nivel Educativo Alcanzado por unidad geoeológica, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 4.1 en Archivos Digitales en Excel.

El Nivel de Escolaridad Alcanzado, representado por la población de 15 años y más con educación básica completa en la ZMM, es de 370964 personas y constituye el 44.7 % de la población total de la misma. La población con alto nivel educativo alcanza máximos del 100 % con respecto a su población en algunas unidades geoeológicas (Cuadro 4.13.a).

En el cuadro 4.13, se muestra el Nivel de Escolaridad Alcanzado al interior de la ZMM por categorías en las UGs. Si comparamos con la cantidad de personas relacionadas al indicador de cada categoría con el total de esta población por Zonas; observamos que en la Zona Urbana de la ZMM predomina el 42.3 % de dicha población en las UGs con categoría media, sin embargo, hay un 47.5 % entre las categorías alta y muy alta; en la Zona Periurbana, el 59.1 % de esta población predomina en la categoría alta y en la Zona Rural, se presenta el 52.9 % en la categoría muy baja, según los resultados del indicador por el nivel de escolaridad de la población. En las Zonas; Rural, Periurbana y Urbana existen unidades geoeológicas sin población por otros usos, sin asentamientos urbanos y rurales, o con datos confidenciales con una superficie de 659.2 km², lo que representa el 34.1 % de la ZMM.

Cuadro 4.13. Distribución del Nivel de Escolaridad Alcanzado (NEAIR) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).

Categoría de NEAIR	Población de (EDU37 + EDU40) en ZU (% con relación al total de la ZU)	Población de (EDU37 + EDU40) en ZP (% con relación al total de la ZP)	Población de (EDU37 + EDU40) en ZR (% con relación al total de la ZR)
Muy Alta	46991 (15.3)	4829 (11.1)	0
Alta	98770 (32.2)	25778 (59.1)	458 (2.3)
Media	129990 (42.3)	3610 (8.3)	148 (0.7)
Baja	30205 (9.8)	7505 (17.2)	8869 (44.1)
Muy Baja	1269 (0.4)	1917 (4.4)	10625 (52.9)
Total (EDU37 + EDU40) (% en relación a POB1 de cada Zona)	307225 (49.0)	43639 (40.4)	20100 (21.2)

Total (EDU37 + EDU40) (% en relación de la ZMM)	307225 (37)	43639 (5.3)	20100 (2.4)
--	--------------------	--------------------	--------------------

Área sin población (km²)	5.7	52.4	601.1
--	------------	-------------	--------------

Población POB1 de ZMM = 829366 habitantes, Población NEAIR en ZMM= 370964 habitantes, ZU: Zona Urbana_ POB1= 626445 habitantes, ZP: Zona Periurbana POB1= 107910 habitantes, ZR: Zona Rural_ POB1 =95011 habitantes

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 4.13, si tenemos en cuenta la población de cada Zona, encontramos que en la Zona Urbana el 49 % de la población de más de 15 años tiene educación básica completa, en la Zona Periurbana el 40.4 % y en la Zona Rural el 21.2 %. Sin embargo, la mayor cantidad de población en el grupo etario de 15 años y más con algún Nivel de Escolaridad Alcanzado se encuentra en la Zona Urbana, lo que representa el 37 % de la población total de la ZMM. En las zonas Periurbana y Rural disminuye la cantidad de población con algún nivel escolar significativamente en un 5.3 y 2.4 % de la población del área Metropolitana respectivamente.

En el cuadro 4.13.a, se observan los porcentos de población en cada categoría del indicador Nivel Educativo Alcanzado y la superficie que ocupan las UGs de cada categoría del indicador. Al comparar la población por categorías en este indicador, en relación al total de la población en la ZMM, observamos que el mayor por ciento, el 36 %, se encuentran en las UGs con categoría media en una superficie que ocupa el 3.6 % del área, sin embargo un 47.7 % se encuentra entre las categorías alta y muy alta del indicador.

Cuadro 4.13.a. Categorías del Nivel Educativo Alcanzado (NEAIR) en las unidades geocológicas de la ZMM.

Categorías de NEAIR según % en las UGs	Valor del rango según % NEAIR por UGs	Población total de (EDU37 + EDU40) (% en relación a EDU37 + EDU40 total)	Área de las UGs Km² (% en relación a la superficie total con población)
Muy Alta	85.95 - 100.0	51820 (14)	21.1 (1.7)
Alta	74.44 - 85.94	125006 (33.7)	48.1 (3.8)
Media	53.60 - 74.43	133748 (36.1)	45.4 (3.6)
Baja	34.19 - 53.59	46579 (12.6)	134.8 (10.6)
Muy Baja	0.01 - 34.18	13811 (3.7)	1026 (80.4)
Total (% con respecto a la población y superficie total de la ZMM)	-----	370964 (44.7)	1275.4 (66)

UGs sin población por otros usos, sin datos del indicador, o sin asentamientos urbanos o rurales

0

659.2

(34.1 % de la ZMM)

Superficie de la ZMM= 1934.6 km², Nivel Educativo Alcanzado_ (EDU37+EDU40) = 370964, Porcentaje del Nivel Educativo Alcanzado_NEAI_R = 44.7 %

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de las categorías por el indicador NEAIR se presenta en el Mapa 4.13. Del análisis de la distribución espacial de las UGs en el mismo, podemos decir que en la Zona Urbana la categoría que predomina es la muy alta y se concentra principalmente al sur de la ciudad de Morelia. En la Zona Periurbana, en su distribución espacial se aprecia predominio de la categoría baja. En la Zona Rural, por su distribución espacial predomina la categoría muy baja en las UGs rurales.

En la categoría muy alta del porcentaje de Población con algún nivel de escolaridad las unidades más representativas son UGs; 168-2, 156-3 y 134-3 en las localidades rurales Residencial Bosques, Montaña Monarca (Punta Altozano) y la colonia Fracc. Balcones de Santa María. En la categoría alta encontramos las UGs; 113-12, 205-14 y 205-35 en la localidad Fraccionamiento Paseos del Valle y las colonias Fracc. Hacienda de Tinijaro (Villas de Tinijaro). En la categoría media, las unidades más representativas son UGs; 147-1, 205-17 y 204-21 y las colonias La Camelina, Ejidal Ocolusen y la localidad Fraccionamiento San José de la Palma. Entre las principales unidades en la categoría baja se encuentra las UGs; 48-1, 229 y 38-1 en las colonias Granjas de Morelia, Fracc. Popular La Soledad, Margarita Maza de Juárez. En el otro extremo, categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 25, 139-2 y 147-7 las colonias La Palma, Unión de Progreso (Lomas de Irapeo), y la localidad rural El Arenal, ver Matriz de Datos Índices en Anexo 4.2 en Archivos Digitales en Excel.

En resumen, se concluye que el Nivel de Escolaridad Alcanzado en la ZMM, representado por la población de 15 años y más con educación básica completa, es muy alto en la Zona Urbana (37 % de su población), teniendo como referencia la población total de la misma; es bajo en la Zona Periurbana (5.3 %) y muy bajo en la Zona Rural (2.4 %), porcentajes preocupantes en estas dos últimas Zonas. En la Zona Urbana esta población tiende a concentrarse en un grupo de unidades geocológicas que se encuentran en la categoría alta, al igual en la Zona Periurbana, y en general es muy bajo el número de personas con alto nivel de escolaridad en la Zona Rural, ver Mapa 4.13. Nivel de Escolaridad Alcanzado en las unidades geocológicas de la ZMM (NEAIR) (%) en sección de Referencias Cartográficas.

Mapa 4.13. Nivel de Escolaridad Alcanzado en las unidades geocológicas de la ZMM (NEAIR) (%).

IV.1.3. Aspectos Económicos

- Tasa de Participación Económica (TPER)

El indicador TPER o Población Económicamente Activa (ECO1) se obtuvo a partir de la transferencia de los datos de Población económicamente activa por manzanas y localidades rurales a las unidades geoecológicas de la ZMM, mediante la herramienta *Spatial Join* del Arcgis 10.0; la unión se realizó bajo la relación de uno a muchos, debido a que una unidad geoecológica puede contener una o varias manzanas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante *Summarize* y se generó el valor total de la variable Población Económicamente Activa (ECO1) y Población de 12 años y más (POB19) en cada polígono. Ello permitió calcular la TPE de cada polígono por unidad geoecológica en la ZMM. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Quantile*, para las unidades geoecológicas según la Población Económicamente Activa por unidad geoecológica, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 4.1 en Archivos Digitales en Excel.

La Tasa de Participación Económica (TPER) en la ZMM se calcula sobre la base de 341633 personas económicamente activas, lo que representa el 41.2 % de la población total de la misma (Cuadro 4.14.a). En la ZMM, la TPER calculada es de 54.8 % y en algunas unidades geoecológicas alcanza máximos del 91 %.

En el cuadro 4.14, se muestra la Población Económicamente Activa (ECO1) en las UGs al interior de la ZMM, por categorías del indicador; en la Zona Urbana se aprecia el mayor porcentaje de TPER, 46.6 %, en relación a la población de 12 años y más, en la categoría media. En la Zona Periurbana resalta la categoría muy alta, con el 60.6 % de la tasa de participación económica, la más alta de la Zona Metropolitana. La Zona Rural presenta el mayor porcentaje de la TPER en la categoría muy baja en un 58.7 %. La comparación de la Tasa de Participación Económica entre las Zonas de la ZMM, muestra que la Zona Periurbana presenta el mayor porcentaje de TPER en un 58.8 %, muy cercano la Zona Urbana 55.6 % y en la Zona Rural se presenta el 44.6 %.

Cuadro 4.14. Distribución de la Población Económicamente Activa (ECO1) por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).

Categoría de TPER	ECO1 en ZU (% con relación al total de la ZU)	ECO1 en ZP (% con relación al total de la ZP)	ECO1 en ZR (% con relación al total de la ZR)
Muy Alta	26969 (10.1)	25709 (60.6)	545 (1.7)
Alta	93871 (35)	2298 (5.4)	2330 (7.5)
Media	124739 (46.6)	3135 (7.4)	783 (2.5)
Baja	21463 (8.0)	9241 (21.8)	9264 (29.6)
Muy Baja	864 (0.3)	2072 (4.9)	18350 (58.7)
TPE por Zona (ECO1 total por zona/ POB19 total por Zona)	267906 (55.6)	42455 (58.8)	31272 (44.6)
ECO1 Total (% en relación a POB19 de la ZMM)	267906 (42.9)	42455 (6.8)	31272 (5)
Área sin población (km ²)	5.8	50.9	467.4

Población POB19 de ZMM = 623818 habitantes, Población ECO1 en ZMM= 341633 total, % de Población ECO1 en la ZMM = 41.2 %
 ZU: Zona Urbana_ POB19= 481570 habitantes, ZP: Zona Periurbana_ POB19= 72200 habitantes, ZR: Zona Rural_ POB19 =70048 habitantes

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 4.14, la mayor cantidad de población que se encuentra económicamente activa se localiza en la Zona Urbana, lo que representa el 43 % de la población de 12 años y más total de la ZMM. En las zonas Periurbana y Rural disminuye la cantidad de población activa con relación a la Zona Metropolitana significativamente en un 6.8 y 5 % respectivamente. En las Zonas; Rural, Periurbana y Urbana existen unidades geocológicas sin población por otros usos, sin asentamientos urbanos y rurales, sin población económicamente activa o con datos confidenciales con una superficie de 524.1 km², lo que representa el 27.1 % de la ZMM.

En el cuadro 4.14.a, se observan los porcentos de la Tasa de Participación Económica en cada categoría de TPE con relación al Total de la PEA en la ZMM y la superficie que ocupan las UGs de cada categoría del indicador. Si observamos la Tasa de Participación Económica por categorías, encontramos que el mayor por ciento de Población Económicamente Activa (37.7 %) se encuentra en las UGs con categoría media, en una superficie que ocupa el 3.9 % del área total de la Zona Metropolitana, sin embargo el 44.4 % se encuentra entre las categorías alta y muy alta. El 11.7 y 6.2 % de la población económicamente activa respectivamente, se encuentran en las categorías muy baja y baja. Ello muestra que la TPE se concentra en unidades geocológicas pequeñas con mucha población.

Cuadro 4.14.a. Categorías de la Tasa de participación económica (TPER) en las unidades geoecológicas de la ZMM.

Categorías de TPER según % en las UGs	Valor del rango según % de TPER por UGs	Población ECO1 (% en relación a EDU37 + EDU40 total)	Área de las UGs Km² (% en relación a la superficie total con población)
Muy Alta	59.55 - 90.91	53223 (15.6)	86.9 (6.2)
Alta	55.74 - 59.54	98499 (28.8)	39.5 (2.8)
Media	52.57 - 55.73	128657 (37.7)	55.9 (3.9)
Baja	47.07 - 52.56	39968 (11.7)	271.9 (19.3)
Muy Baja	0.01 - 47.06	21286 (6.2)	956.3 (67.8)
Total (% en relación a POB19 y superficie total de la ZMM)	-----	341633 (54.8)	1410.5 (73)
UGs sin población por otros usos, sin asentamientos urbanos y rurales, sin ECO1 o con datos confidenciales	0	-----	524.1 (27.1 % de la ZMM)

Superficie de la ZMM= 1934.6 km², Población POB19 de ZMM = 623818 habitantes, Porcentaje de Población _POB19 = 41.2 %

Fuente: Elaboración propia.

La distribución espacial de las categorías de la Tasa de Participación Económica se presenta en el Mapa 4.14, en la Zona Urbana predominan las UGs con categoría media y alta, pero se aprecia que el Centro Histórico presenta categoría baja; en la Zona Periurbana, predomina la categoría muy alta, y en la Zona Rural hay dominio de la categoría muy baja.

En la categoría muy alta de la Tasa de Participación Económica las unidades más representativas son UGs; 109-1, 116-2 y 168-2 en las localidades rurales Bosque Monarca, y las colonias Andrés Quintana Roo, Fracc. Américas Britania. En la categoría alta encontramos las UGs; 114, 125-1 y 22-1 en las colonias Balcones de Morelia, Habitat San Pascual, Residencial Fuentes de Morelia. En la categoría media las unidades más representativas son UGs; 108-2, 115-1 y 218-12 y las colonias Mirador del Valle, Pablo Galeana, Fracc. Xangari. Entre las principales unidades en la categoría baja se encuentra las UGs; 223-3, 231 y 244 en las colonias Fracc. Jardines de la Huerta, Infonavit Plan de Ayala, Los Álamos. En el otro extremo, categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 131, 246-2 y 110-1 las colonias Consuelo Alfaro de Vázquez, Josefa Ortiz de Domínguez y las localidades rurales Torrecillas (La Torrecilla), ver Matriz de Datos Índices en Anexo 4.2 en Archivos Digitales en Excel.

Se concluye que la Tasa de Participación Económica en la ZMM, en cuanto a la población económicamente activa, tiene un porcentaje alto de esta población en las unidades geoecológicas de la Zona Urbana y se distribuye con cierta homogeneidad entre las categorías media a alta. En la Zona Periurbana, esta población se concentra en pocas unidades, en la categoría muy alta, y en la Zona Rural, por el contrario se manifiesta en las categorías baja y muy baja, en unidades de gran extensión. Sin embargo, si observamos la relación del número de personas en este indicador en relación a la población de cada Zona, encontramos diferencias muy grandes, en la Zona Urbana es mayor el porcentaje significativamente con respecto a la Zona Periurbana y Rural.

La comparación de la Tasa de Participación Económica entre las Zonas de la ZMM, muestra que la Zona Periurbana presenta el mayor porcentaje de TPER en un 58.8 %, muy cercano a la Zona Urbana 55.6 % y en la Zona Rural se presenta el 44.6 %; aunque los porcentajes no difieren demasiado entre ellos, en la Zona Periurbana existe mayor cantidad de población económicamente activa, ver Mapa 4.14. Tasa de Participación Económica en las unidades geoecológicas de la ZMM (TPER) (%) en sección de Referencias Cartográficas.

Mapa 4.14. Tasa de Participación Económica en las unidades geoecológicas de la ZMM (TPER) (%).

- Tasa de Actividad Económica (TAER)

El indicador TAER se obtuvo a partir de la transferencia de los datos de Población Ocupada (ECO4) por manzanas y localidades rurales a las unidades geoecológicas de la ZMM, mediante la herramienta *Spatial Join* del Arcgis 10.0; la unión se realizó bajo la relación de uno a muchos, debido a que una unidad geoecológica puede contener una o varias manzanas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante *Summarize* y se generó el valor total de la variable ECO4 en cada polígono. Ello permitió calcular TAE de cada unidad geoecológica con respecto a la Población Económicamente Activa (ECO1) de cada polígono de UGs en la ZMM. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Quantile*, para las unidades geoecológicas según la Tasa de Actividad Económica, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 4.1 en Archivos Digitales en Excel.

La Tasa de Actividad Económica (TAER) en la ZMM se calcula sobre la base de 324604 personas ocupadas, lo que representa el 39.1 % de la población total de la misma. La TAE en algunas unidades geoecológicas alcanza máximos del 100 % con respecto a su población económicamente activa, (Cuadro 4.15.a). La Tasa de Actividad Económica para la ZMM es del 95 %, para la Zona Urbana es el 95.2 %, similar a la Zona Periurbana y en la Zona Rural es del 93.6 %. En general es muy alta.

En el cuadro 4.15, se muestra la Población Ocupada (ECO4) en las UGs por categorías de TAE al interior de la Zona Metropolitana. Si analizamos la población que tiene un trabajo en la Zona Urbana de la ZMM por categoría de TAE, el 50.4 % de esta población se encuentra en las UGs con la categoría baja; en la Zona Periurbana, con relación a su población ocupada, el 35 % de la misma se encuentra en la categoría alta; en la Zona Rural un 34 % de esta población se presenta en la categoría muy baja.

En el cuadro 4.15, calculada la Tasa al interior de cada Zona se observa, que en la Zona Urbana la Tasa es similar a la Zona Periurbana (95.2 %), lo que indica que la población ocupada con relación a las personas potencialmente activas en la Zona Urbana y Periurbana se corresponde con la mayoría de la población activa, y en la Zona Rural disminuye levemente a un 94 %. Sin embargo, la población ocupada con relación al total de la población de la Zona Metropolitana, tiene diferencias significativas en los porcentajes entre las Zonas; para la Zona Urbana es de 78.5 %, para la Periurbana de 12.4 % y para la Rural de 9 %.

En las Zonas; Rural, Periurbana y Urbana existen unidades geoecológicas sin población por otros usos, sin asentamientos urbanos y rurales, sin población ocupada o con datos confidenciales, con una superficie de 533.2 km², lo que representa el 27.6 % de la ZMM.

Cuadro 4.15. Distribución de la Población Ocupada (ECO4) en las UGs por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).

Categoría de TAER	Población de ECO4 en ZU (% con relación al total de la ZU)	Población de ECO4 en ZP (% con relación al total de la ZP)	Población de ECO4 en ZR (% con relación al total de la ZR)
Muy Alta	4304 (1.7)	2431(6.02)	5277 (18)
Alta	31097 (12.2)	14123 (34.95)	4621 (15.8)
Media	78062 (30.6)	13125 (32.5)	5485 (18.7)
Baja	128608 (50.4)	3175 (7.9)	3941 (13.5)
Muy Baja	12860 (5.04)	7544 (18.7)	9951 (34)

TAE por zona (ECO4 total por zona/ ECO1 total por Zona)	254931 (95.2)	40398 (95.2)	29275 (93.6)
ECO4 Total (% en relación a ECO1 total de la ZMM)	254931 (78.5)	40398 (12.4)	29275 (9)
Área sin población (km ²)	5.8	52.2	475.2

Población Ocupada ECO4 en ZMM= 324604 total, % de población ocupada en la ZMM = 39.1, Población ECO1 = 341633 total, ECO1 en la ZU Zona Urbana= 267906, ECO1 en la ZP Zona Periurbana = 42455, ECO1 en la ZR Zona Rural= 31272
Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 4.15.a, se observan la cantidad total de población ocupada en cada categoría de TAER con relación a la Población ocupada en la ZMM y la superficie que ocupan las UGs de cada categoría del indicador. Si observamos la Tasa de Actividad Económica por categorías, encontramos que el mayor por ciento de la población ocupada, con el 41.8 %, se encuentra en las UGs con categoría baja, en una superficie que ocupa el 21.5 % del área total de la Zona Metropolitana.

Cuadro 4.15.a. Categorías de Tasa de Actividad Económica (TAER) en las unidades geocológicas de la ZMM.

Categorías de TAER según % en las UGs	Valor del rango de % de TAER por UGs	Población de ECO4 (% en relación a ECO4 total)	Área de las UGs km² (% en relación a la superficie total con población)
Muy Alta	98.57 - 100.0	12012 (3.7)	299.5 (21.4)
Alta	96.70 - 98.56	49841 (15.4)	223.8 (16)
Media	95.13 - 96.69	96672 (29.8)	160.01 (11.4)
Baja	92.91 - 95.12	135724 (41.8)	301.52 (21.5)
Muy Baja	0.01 - 92.90	30355 (9.4)	416.5 (29.7)
Total (% en relación a ECO1 y superficie total de la ZMM)	—	324604 (95)	1401.4 (72.4)
UGs sin población por otros usos, sin asentamientos urbanos y rurales, sin población ocupada o con datos confidenciales	0	-----	533.2 (27.6 % de la ZMM)

Superficie de la ZMM= 1934.6 km², Población ECO1 en ZMM= 341633 habitantes total, Porcentaje de Población ECO1 = 41.2 %
Fuente: Elaboración propia.

La distribución espacial de las categorías por el indicador TAER se presenta en el Mapa 4.15. En la Zona Urbana la distribución espacial de las UGs muestra un predominio de la categoría

media y baja. En la Zona Periurbana, resalta la categoría alta. En la Zona Rural, no presenta predominio evidente de las categorías por su distribución espacial en las UGs rurales de grandes dimensiones.

En la categoría muy alta del porciento de la Tasa de Actividad Económica las unidades más representativas son; UGs; 109-1, 116-2 y 168-2 en las colonias Andrés Quintana Roo, Fracc. Américas Britania y la localidad rurales Bosque Monarca. En la categoría alta encontramos las UGs; 37-25, 101-11 y 37-11 en las colonias Santa Cruz, Fracc. Los Laureles, Ampl. Gertrudis G Sánchez. En la categoría media las unidades más representativas son UGs; 253, 204-8 y 37-9 y las colonias Solidaridad, Lomas del Valle, Conjunto Hab. Rafael Carrillo Infonavit. Entre las principales unidades en la categoría baja, se encuentran las UGs; 155-1, 47-10 y 187-2 en las colonias Loma Dorada, Fracc. Francisco Villa (el pellizco) y la localidad rural Puerto los Copales (Los Copales). En el otro extremo, categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 137-5, 92-2 y 156-3 en las localidades Ojo de Agua (Escorpión Potrerito), Las Majadas, El Cuervo, ver Matriz de Datos Índices en Anexo 4.2 en Archivos Digitales en Excel.

En resumen, la Tasa de Actividad Económica de la ZMM es muy alta, del 95 %, similar a la TAER para la Zona Urbana y Periurbana y muy próxima al resultado de la Zona Rural, con relación a la población económicamente activa de cada Zona. La TAER en la ZMM tiene una distribución diferenciada entre las Zonas en relación a la población económicamente activa de la misma, en la Zona Urbana la TAE es del 78.5 %, en la Zona Periurbana el 12.4 %, y la Zona Rural solo el 9 %, ver Mapa 4.15. La Tasa de Actividad Económica en las unidades geocológicas de la ZMM (TAER) (%) en sección de Referencias Cartográficas.

Mapa 4.15. La Tasa de Actividad Económica en las unidades geocológicas de la ZMM (TAER) (%).

- Porcentaje de la Población ocupada de 12 años y más sin escolaridad (ECO7R)

El indicador ECO7R se obtuvo a partir de la transferencia de los datos de Población ocupada de 12 años y más sin escolaridad por manzanas y localidades rurales a las unidades geocológicas de la ZMM, mediante la herramienta *Spatial Join* del Arcgis 10.0; la unión se realizó bajo la relación de uno a muchos, debido a que una unidad geocológica puede contener una o varias manzanas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante

Summarize y se generó el valor total de la variable Población ocupada de 12 años y más sin escolaridad (ECO7) y Población ocupada (ECO4) de cada polígono. Ello permitió calcular el Porcentaje de la Población ocupada de 12 años y más sin escolaridad (ECO7R) de cada unidad geocológica con respecto a la población total ocupada, por cada polígono de UGs en la ZMM. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Quantile*, para las unidades geocológicas según la Población ocupada de 12 años y más sin escolaridad por unidad geocológica, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 4.1 en Archivos Digitales en Excel.

La Población ocupada de 12 años y más sin escolaridad (ECO7) en la ZMM es de 6733 personas lo que representa el 0.8 % de la población total de la misma. La Población Ocupada en la ZMM (ECO4) es de 324604 personas, lo que permite calcular un Porcentaje de Población ocupada de 12 años y más sin escolaridad del 2.1 %, lo que no es un porcentaje significativo; se encuentra en la categoría de baja calculadas para el indicador. El Porcentaje de Población ocupada de 12 años y más sin escolaridad alcanza máximos del 39 % en algunas unidades geocológicas, (Cuadro 4.16.a).

En el cuadro 4.16, se muestra la Población Ocupada de 12 años y más sin escolaridad al interior de la ZMM (ECO7) por categorías en las UGs. Al comparar esta población en cada categoría con el total de la misma en cada Zona, tenemos que en la Zona Urbana de la ZMM predominan el 59.9 % de dicha población en las UGs con categoría baja, en la Zona Periurbana, de acuerdo al total de población en el indicador, el 41.2 %, predomina la categoría media; en la Zona Rural, con el 57.7 % de esta población, destaca la categoría muy alta.

Cuadro 4.16. Distribución de la Población ocupada de 12 años y más sin escolaridad (ECO7) en las UGs por categorías del indicador al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).

Categoría de ECO7R	Población ECO7 en ZU (% con relación al total de la ZU)	Población ECO7 en ZP (% con relación al total de la ZP)	Población ECO7 en ZR (% con relación al total de la ZR)
Muy Alta	25 (0.7)	20 (3)	1369 (57.7)
Alta	135 (3.7)	156 (23.7)	564 (23.5)
Media	616 (16.7)	263 (41.2)	388 (16.3)
Baja	2214 (59.9)	93 (12.6)	53 (2.2)
Muy Baja	706 (19.1)	125 (19.3)	6 (0.3)
ECO7R por Zona (ECO7 total por zona /ECO4 por Zona)	3696 (1.4)	657 (1.6)	2380 (8.1)

ECO7R Total (% en relación a ECO4 total de la ZMM)	3696 (1.1)	657 (0.2)	2380 (0.7)
Área sin población (km ²)	37.2	94.4	628.3

Población ocupada de 12 años y más sin escolaridad _ECO7 = 6733, Población Ocupada _ECO4 en ZMM = 324604, ECO4 en la ZU= 254931, ECO4 en la ZP= 40398, ECO4 en la ZR= 29275,

Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro 4.16, se puede observar que al calcular el ECO7R con relación al total de población ocupada de 12 años y más sin escolaridad de cada Zona, encontramos que el mayor valor del porcentaje de personas mayores de 12 años que trabaja sin escolaridad, con relación a su población ocupada (ECO4) se encuentra en la Zona Rural (8.1 %) y disminuye hacia la Zona Periurbana y Urbana significativamente a 1.6 % y 1.4 % respectivamente. Sin embargo la mayor cantidad de personas en edad infantil que trabaja, se presenta en la Zona Urbana. Según el cuadro 4.16, la Población Ocupada de 12 años y más sin escolaridad con relación a la población ocupada de la ZMM, tiene mayor representación en la Zona Urbana (1.1 %) y la Zona Rural muestra el 0.7 %. La zona Periurbana presenta un porcentaje muy bajo del 0.2 %. En las Zonas Rural, Periurbana y Urbana existen unidades geocológicas sin población por otros usos, sin asentamientos urbanos y rurales, sin población ocupada de 12 años y más sin escolaridad, o con datos confidenciales con una superficie de 887.6 km² lo que representa el 46 % de la ZMM.

En el cuadro 4.16.a, se observan los porcentajes de población de ECO7 por categoría de Porcentaje de Población ocupada de 12 años y más sin escolaridad (ECO7R), y su porcentaje con relación a esta población total de la ZMM, y también la superficie que ocupan las UGs en cada categoría. Al observar la población ocupada sin escolaridad por categorías, encontramos que el mayor porcentaje de estas personas, el 35.1 %, se encuentra en las UGs con categoría baja y se distribuye en una superficie total del 4.1 % en la ZMM, las categorías alta y muy alta acumulan el 33.7 % de esta población, pero en unidades que abarcan una extensión mucho mayor del 79.4 % de la superficie. En la categoría muy baja se encuentra el 12.4 % de esta población ocupada de 12 años y más sin escolaridad, en una superficie que ocupa el 9.6 % del total de las UGs en la Zona Metropolitana.

Cuadro 4.16.a. Categorías de Porcentaje de Población ocupada de 12 años y más sin escolaridad (ECO7R) en las unidades geocológicas de la ZMM.

Categorías de ECO7R según % en las UGs	Valor del rango de % de ECO7R por UGs	Población total de ECO7 (% en relación a ECO4 total)	Área de las UGs Km² (% en relación a la superficie total con población)
Muy Alta	10.08 - 38.89	1414 (21)	505.6 (43)
Alta	5.81 - 10.07	855 (12.7)	428.1 (36.4)
Media	3.39 - 5.80	1267 (18.8)	80.4 (6.8)
Baja	1.45 - 3.38	2360 (35.1)	48 (4.1)
Muy Baja	0.01 - 1.44	837 (12.4)	112.7 (9.6)
Total (% en relación a ECO4 y superficie total de la ZMM)	————	6733 (2.1)	1174.8 (60.7)
UGs sin población por otros usos, sin asentamientos urbanos y rurales, sin ECO7, o con datos confidenciales	0	-----	759.9 (39.3 % de la ZMM)

Superficie de la ZMM= 1934.6 km², Población Ocupada _ECO4 en ZMM= 324604 total, Porcentaje de Población de 12 años y más sin escolaridad ECO7 en ZMM= 0.8 %

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de las categorías por el indicador ECO7R se presenta en el Mapa 4.16. En la Zona Urbana, se distribuye principalmente la categoría muy baja y baja, en la Periurbana hay predominio de las categorías muy baja, en la Zona Rural la categoría muy alta y alta se corresponde con la distribución espacial en UGs rurales con grandes dimensiones.

En la categoría muy alta del Porcentaje de Población ocupada de 12 años y más sin escolaridad las unidades más representativas son UGs; 74, 100-1 y 57 en las localidades rurales Teremendo Jasso, Los Cimientos, El Pino (El Pino Cuate). En la categoría alta encontramos las UGs; 208-10, 267-1 y 183-3 en el poblado Asiento de Piedra (El Chirihuindo), Barrio de Dolores, y Cuparátaro (Cupátaro). En la categoría media las unidades más representativas son UGs; 274-2, 208-6 y 41-2 y la localidades rural Las Canoas (El Puente). Entre las principales unidades en la categoría baja se encuentra las UGs; 101-8, 36-9 y 182-2 en las colonias Santa María de Guido, Ampl. El Realito y la localidad rural Fraccionamiento la Nueva Aldea (Fracción E). En el otro extremo, categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 182-1, 214-7 y 147-1 las colonias Fracc. Los Ángeles, Fracc. Morelos y la localidad rural Fraccionamiento San José de la Palma, ver Matriz de Datos Índices en Anexo 4.2 en Archivos Digitales en Excel.

En resumen, el número más alto de Población ocupada de 12 años y más que no tienen escolaridad se encuentra en las unidades de la Zona Rural, que se concentran en algunas unidades con la categoría muy alto, sin embargo se observan algunas UGs con al menos un caso en las unidades al interior de la Zona Urbana. Este indicador en general es muy satisfactorio, ver Mapa 4.16. Población Ocupada de 12 años y más sin escolaridad (ECO7R) en las unidades geoecológicas de la ZMM (ECO7R) (%) en sección de Referencias Cartográficas.

Mapa 4.16. Población Ocupada de 12 años y más sin escolaridad (ECO7R) en las unidades geoecológicas de la ZMM (ECO7R) (%).

- Índice de Dependencia Económica (IDER)

El indicador IDER se obtuvo a partir de la transferencia de los datos de Población de 0 a 14 años (POB8) y Población de 65 años y más (POB24) por manzanas y localidades rurales a las unidades geoecológicas de la ZMM, mediante la herramienta *Spatial Join* del *Arcgis* 10.0; la unión se realizó bajo la relación de uno a muchos, debido a que una unidad geoecológica puede contener una o varias manzanas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante *Summarize* y se generó el valor total de las variables POB8 y POB24 en cada polígono. Ello permitió calcular IDER de cada unidad geoecológica con respecto a la Población de 15 a 64 años potencialmente activa (POB12) de cada polígono de UGs en la ZMM. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Quantile*, para las unidades geoecológicas según el Índice de Dependencia Económica por unidad geoecológica, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 4.1 en Archivos Digitales en Excel.

La población total de 0 a 14 años, más la población total de 65 y más para la ZMM (POB8 + POB24) es de 261204 habitantes (Población potencialmente dependiente) y la población de 15 a 64 años es de 531012 habitantes, por lo que resulta un Índice de Dependencia Económica de 49.2 % para la ZMM; ello significa que la mitad de la población depende de su población activa, es decir la mitad de la población trabaja y la otra mitad es dependiente. Sin embargo, ello no se comporta de manera similar por Zonas, de esta mitad, el 37 % pertenece a la Zona Urbana; 33.2 % a la Zona Periurbana y 30.2 % a la Zona Rural, la mayor dependencia ocurre para la Zona Urbana.

Cuadro 4.17. Distribución de la Población Dependiente por categorías de IDER al interior de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).

Categoría de IDER	Población dependiente en ZU (% con relación al total de la ZU)	Población dependiente en ZP (% con relación al total de la ZP)	Población dependiente en ZR (% con relación al total de la ZR)
Muy Alta	6726 (3.5)	3081 (8.6)	12452 (34.9)
Alta	26506 (14)	19567 (54.6)	17239 (48.4)
Media	40831 (21.5)	10345 (28.9)	5515 (15.5)
Baja	89648 (47.3)	2444 (0.7)	114 (0.3)
Muy Baja	26019 (13.7)	408 (1.1)	312 (0.9)
IDER por Zona (POB8+POB24 total / POB12total por Zona)	189730 (46.2)	35845 (56.2)	35632 (62.6)
Total (POB8+POB24) (% en relación a la POB12de la ZMM)	189730 (58.4)	35845 (11.04)	35632 (0.7)
Área sin población (km²)	5.8	54.6	467.4

Población dependiente (POB8+POB24) en ZMM= 261204 total, % de población dependiente en la ZMM = 31.5, Población POB12 de la ZMM = 531012, ZU: Zona Urbana_ POB12= 410281 habitantes, ZP: Zona Periurbana_ POB12 = 63783 habitantes, ZR: Zona Rural_ POB12 =56948 habitantes, Población POB1 de ZMM = 829366 habitantes en total

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 4.17, se muestra la Población Económica Dependiente al interior de la ZMM por categorías en las UGs. En la Zona Urbana de la ZMM prevalecen las UGs en la categoría baja con el 47.3 %. En la Zona Periurbana, se aprecia el predominio de la categoría alta con 54.6 %. En la Zona Rural, de acuerdo a la población dependiente, predominan las categorías alta con el 48.4%.

Según el cuadro 4.17, la mayor cantidad de Población dependiente la encontramos en la Zona Rural, es el más alto en relación a su población activa o de 15 a 64 años (62.6 %), mientras que en la Zona Periurbana se presenta un valor inferior, (56.2 %), y aun menor en la Zona Urbana (46.2 %) lo que indica que la dependencia económica aumenta de la Zona Urbana, hacia la Zona Rural. Si observamos el IDER con respecto a la población de 15 a 64 años de la ZMM, encontramos que en la Zona Urbana se presenta el 58.4 %, en la Zona Periurbana es del 11.04 % y la Rural es 0.7 %. En las Zonas Urbana, Periurbana y Rural existen unidades geocológicas sin población por otros usos, sin asentamientos urbanos y rurales, sin población dependiente o con datos confidenciales con una superficie de 527.8 km², lo que representa el 27.3 % de la ZMM.

Cuadro 4.17.a. Categorías del Índice de Dependencia Económica (IDER) en las unidades geoecológicas de la ZMM.

Categorías de IDER según valor en las UGs	Valor del rango según IDER por UGs	Población dependiente (POB8 + POB 24) (% en relación a POB8+POB24 total)	Área de las UGs Km² (% en relación a la superficie total con población)
Muy Alta	66.42 - 341.38	22316 (8.5)	779.4(55.4)
Alta	56.38 – 66.41	63255 (24.2)	327.2 (23.2)
Media	48.29 - 56.37	55916 (21.7)	215.6(15.4)
Baja	39.15 - 48.28	92978 (35.3)	64 (4.6)
Muy Baja	0.01 – 39.14	26739 (10.2)	20.6 (1.5)
Total (% con respecto a la población y superficie total de la ZMM)	————	261204 (31.5)	1406.8 (72.7)
UGs sin población por otros usos, sin asentamientos urbanos y rurales, sin población dependiente o con datos confidenciales	0	-----	527.8 (27.3 % de la ZMM)

Población POB12 de la ZMM = 531012 habitantes, Superficie de la ZMM= 1934.6 km²

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 4.17.a, se observan las categorías de IDER, los porcentos de población dependiente en cada categoría y la superficie que ocupan las UGs del indicador. Si observamos la población total dependiente (infantil y envejecida) por categorías, encontramos que el mayor por ciento se encuentra en las UGs con categoría baja en 35.3 %, ocupando una superficie de 4.6 % del área metropolitana. La categoría muy alta representa el 8.5 % y se dispersa en las UGs con mayor extensión en el 55.4 % de la ZMM, sin embargo, en conjunto con la suma de la categoría alta, la población dependiente llega al 32.7 % en el 78.6 % de la superficie de la ZMM.

La distribución de las unidades geoecológicas por categorías del indicador IDER se presenta en el Mapa 4.17. En la Zona Urbana se observa concentración de las UGs con categoría alta y muy alta, en la Zona Periurbana, la distribución espacial muestra el predominio de la categoría muy baja y baja, y en la Zona Rural predominan las categorías alta y muy alta.

En la categoría muy alta del porcentaje de Población dependiente las unidades más representativas son UGs; 248-1, 92-2 y 137-5 en la colonia Fracc. Cima y las localidades rurales Las Majadas, Ojo de Agua (Escorpión Potrerito). En la categoría alta encontramos las UGs; 203, 81-3 y 256-2 en las localidades Cañada del Herrero, Tarehuicho, Tacícuaro. En la

categoría media las unidades más representativas son UGs; 232-3, 208-6 y 140-3 y las colonias Tejaro de los Izquierdo Centro, San Pedro de los Sauces y la localidad Hojas Anchas. Entre las principales unidades en la categoría baja se encuentra las UGs; 108-1, 37-17 y 212-10 en las colonias José María Cabrera, Infonavit Las Camelinas y la localidad Colonia Abel Martínez. En el otro extremo, categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 102-1, 218-15 y 204-21 las colonias Fracc. Colonial Morelia, Ejidal Ocolusen, Andrés Quintana Roo, ver Matriz de Datos Índices en Anexo 4.2 en Archivos Digitales en Excel.

En resumen, el mayor valor del índice de Dependencia Económica se localiza en casi todas las UGs de la Zona Rural y disminuye en el periurbano y en la ciudad, mientras que la cantidad de Población Dependiente Económicamente es mucho más alta en la Zona Urbana que en las otras dos y similar en las Zonas Periurbana y Rural, ver Mapa 4.17. Índice de Dependencia Económica en las unidades geocológicas en la ZMM (IDER) (%) en sección de Referencias Cartográficas.

Mapa 4.17. Índice de Dependencia Económica en las unidades geocológicas en la ZMM (IDER) (%).

IV.1.4. Aspectos Habitacionales

- Índice de Servicios Básicos Insatisfechos en las Viviendas (ISBI)

El índice ISBI se obtuvo a partir de la transferencia de los datos de Viviendas particulares con más de 3 ocupantes por cuarto (VIV13), Viviendas particulares habitadas con piso de tierra (VIV6), Carencia de servicios básicos (V3 (contiene varias variables ver metodología, epígrafe 2.4.1) por manzanas y localidades rurales a las unidades geocológicas de la ZMM, mediante la herramienta *Spatial Join* del Arcgis 10.0; la unión se realizó bajo la relación de uno a muchos, debido a que una unidad geocológica puede contener una o varias manzanas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante *Summarize* y se generó el valor total de las variables VIV13, VIV6 y V3 en cada polígono. Ello permitió calcular ISBI de cada unidad geocológica con respecto al Total de Viviendas (VIV0) de cada polígono de UGs en la ZMM. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Quantile*, para las unidades geocológicas según el índice de servicios básicos insatisfechos en la vivienda por unidad geocológica, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 4.1 en Archivos Digitales en Excel.

El Índice de Servicios Básicos Insatisfechos en las viviendas de la ZMM se calcula sobre la base de 33737 viviendas en total con necesidades básicas insatisfechas, lo que representa el 11.3 % del total de viviendas. El Índice de Servicios Básicos Insatisfechos alcanza máximos de 2.82 (valor del índice) del total de necesidades o carencias por viviendas, en algunas unidades geocológicas, lo que indica que al menos existen 2 necesidades básicas en las viviendas de esas unidades que no han sido resueltas (Cuadro 4.18.a).

En el cuadro 4.18, se muestra el Índice de servicios básicos insatisfechos en las viviendas al interior de la ZMM por categorías en las UGs. Si tenemos en cuenta los valores del total de viviendas por categoría, con relación al valor total en cada Zona encontramos que en la Zona Urbana el 32.7 % de viviendas que presentan al menos una necesidad básica insatisfecha predomina en las UGs con categoría muy alta; en la Zona Periurbana, el 55.5 %, de viviendas con carencias de servicios básicos, se ubican en la categoría muy alta; en la Zona Rural, un 54 % de estas viviendas se presentan en la categoría muy alta.

Cuadro 4.18. Distribución del Índice de Servicios Básicos Insatisfechos en las viviendas (ISBI) en las UGs por categorías del indicador de la ZMM (cantidad de habitantes y % de superficie de las UGs con población).

Categoría de ISBI	Viviendas con alguna necesidad Total en ZU (% con relación al total de la ZU)	Viviendas con alguna necesidad Total en ZP (% con relación al total de la ZP)	Viviendas con alguna necesidad Total en ZR (% con relación al total de la ZR)
Muy Alta	4487 (32.7)	3523(55.5)	7383 (54)
Alta	1922 (14)	960 (15.1)	4169 (30.5)
Media	2910 (21.2)	984 (15.5)	1937 (14.2)
Baja	1970 (14.4)	444 (7)	139 (1)
Muy Baja	2435(17.7)	435 (6.9)	39 (0.3)
Total (viviendas con alguna necesidad) (% en relación al total de viviendas con alguna necesidad en la ZMM)	13724 (40.7)	6346 (18.8)	13667 (40.5)
Total viviendas (% en relación a VIV0 de cada zona)	13724 (6.5)	6346 (11.3)	13667 (45.1)
Área sin población (km²)	27.8	71.5	473.9

Viviendas con al menos una necesidad básica (VIV) en ZMM= 33737 total, % de viviendas con necesidades insatisfechas en la ZMM = 16, Viviendas (VIV0) de ZMM = 297557total, ZU: Zona Urbana _VIV0= 211259 ZP: Zona Periurbana _VIV0=56002 ZR: Zona Rural VIV0=30296

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 4.18, la mayor cantidad de viviendas en general con estas características, se encuentra en la Zona Urbana y Rural, lo que representa el 40.7 y 40.5 % respectivamente del total de viviendas con al menos una necesidad básica insatisfecha en cada una de ellas. En la zona Periurbana existe diferencias significativas, ya que presenta el 18.8 %.

En el cuadro 4.18.a, se observan los valores del índice en cada categoría de ISBI y la superficie que ocupan las UGs de cada categoría del indicador. Si observamos el Índice de Servicios Básicos Insatisfechos en las viviendas por categorías, encontramos que el mayor número de viviendas se encuentra en las UGs con categoría muy alta en el 45.6 %, en una superficie que ocupa el 58.4 % del área que ocupa el total de viviendas en la ZMM. La categoría alta, presentan el 20.9 % de las viviendas en un área del 22.5 % con respecto al total de la ZMM.

Cuadro 4.18.a. Categorías de Índice de servicios básicos insatisfechos en las viviendas (ISBI) en las unidades geocológicas de la ZMM.

Categorías de ISBI según % en las UGs	Valor del rango según % ISBI por UGs	Total de Viviendas (%)	Área de las UGs Km² (%)
Muy Alta	0.64 - 2.82	15393 (45.6)	794.5 (58.4)
Alta	0.33 - 0.63	7051 (20.9)	306.8 (22.5)
Media	0.15 - 0.32	5831 (17.3)	170.9 (12.6)
Baja	0.04 - 0.14	2553 (7.6)	28.2 (2.1)
Muy Baja	0.01 - 0.03	2909 (8.6)	61 (4.5)
Total (% en relación al total de viviendas VIV0 de la ZMM)	————	33737 (11.3)	1361.4 (70.4)
UGs sin población por otros usos, sin viviendas, o sin asentamientos urbanos o rurales	0	-----	573.2 (29.6 % de la ZMM)

Viviendas de ZMM = 297557 en total, Superficie de la ZMM= 1934.6 km²

Fuente: Elaboración propia.

En las Zonas; Rural, Periurbana y Urbana existen unidades geocológicas sin población por otros usos, sin asentamientos urbanos y rurales, sin viviendas, o con datos confidenciales con una superficie de 573.2 km², lo que representa el 29.6 % de la ZMM.

La distribución espacial de las categorías por el indicador ISBI se presenta en el Mapa 4.18. Del análisis conjunto podemos decir que en la Zona Urbana de la ZMM, por su distribución espacial la categoría muy baja y baja predomina en las UGs urbanas, aunque también se presentan varias UGs con categoría muy alta principalmente hacia la frontera con la Zona

Periurbana. En la Zona Periurbana, en su distribución espacial resaltan las categorías muy baja y muy alta. En la Zona Rural, por su distribución espacial en las UGs rurales se observa predominio de la categoría muy alta y alta.

En la categoría muy alta del porcentaje del Índice de servicios básicos insatisfechos las unidades más representativas son UGs; 197, 115-1 y 43-3 en las localidades rurales Aracurio, Colonia Abel Martínez y la colonia Pablo Galeana. En la categoría alta encontramos las UGs; 144, 32-2 y 120-4 en las localidades Coro Grande, Teremendo Jasso. En la categoría media, las unidades más representativas son UGs; 144, 32-2 y 120-4 en las colonias Real Mil Cumbres, Fracc. Mirador Poniente, Fracc. Cruz de la Capilla. Entre las principales unidades en la categoría baja se encuentra las UGs; 165-2, 253 y 182-1 en las colonias, Barrio de Santiago, Solidaridad, Fracc. Los Ángeles. En el otro extremo, categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 204-25, 227-6 y 27 en las colonias Obrera, Independencia, Benito Juárez Infonavit, ver Matriz de Datos Índices en Anexo 4.2 en Archivos Digitales en Excel.

En resumen, se concluye que el Índice de Servicios Básicos Insatisfechos en las viviendas en la ZMM, tiene mayor porcentaje, en las unidades de la Zona Rural. El mayor número de viviendas con servicios insatisfechos (84.5 %) se encuentra en las unidades geocológicas con categorías del indicador muy alto y alto y se encuentran en la Zona Rural principalmente. El mayor porcentaje de viviendas con necesidades básicas insatisfechas en relación al total de viviendas en cada zona se corresponde con la Zona Rural con el 45 %, le sigue la Zona Periurbana con el 11.3 % y la Zona Urbana tiene un 6.5 % de viviendas con necesidades básicas insatisfechas en relación al total de viviendas de la zona, Mapa 4.18. Índice de Servicios Básicos Insatisfechos en las viviendas en las unidades geocológicas de la ZMM (ISBI) (%) en sección de Referencias Cartográficas.

Mapa 4.18. Índice de Servicios Básicos Insatisfechos en las viviendas en las unidades geocológicas de la ZMM (ISBI) (%).

IV.2. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE LAS CONDICIONES SOCIO-HABITACIONALES DE LA ZONA METROPOLITANA DE MORELIA

IV.2.1. Selección de las variables referentes a condiciones socio-habitacionales

La situación socio-habitacional de la Zona Metropolitana de Morelia fue analizada a partir de las unidades geoecológicas. De la información obtenida del Censo de Población y Viviendas del 2010 del INEGI, se seleccionaron 18 indicadores que sintetizan la problemática social referente a la educación, salud y vivienda con el objetivo de obtener una visión multilateral del estado socio-habitacional de la ZMM. Durante este proceso se definieron cuatro grupos de indicadores compuestos por 34 variables que han sido descritos anteriormente en el epígrafe II.5, cap. II.

IV.2.2. Compilación de la Matriz de Datos Originales (MDO)

Luego de seleccionar los indicadores, se transfieren los datos obtenidos a nivel de manzanas y localidades rurales a las unidades geoecológicas mediante técnicas en el SIG *Arcgis* 10.0. Posteriormente se organizan los datos en una Matriz de Datos Geográficos Originales (MDO), en donde las filas coinciden con los polígonos de las unidades geoecológicas y las columnas corresponde a las 35 variables que componen los indicadores seleccionados, [ver Anexo 4.1 en Archivos Digitales en Excel](#).

IV.2.3. Obtención de la Matriz de Datos Índices (MDI)

A partir de la Matriz de Datos Originales por unidades geoecológicas, se realizaron los cálculos para la obtención de los índices e indicadores, estos se llevaron a cabo en el programa SPSS 23, con ello se obtuvo una nueva matriz, que se denomina Matriz de Datos Índices de las Condiciones Socio-Habitacionales (MDI_CSH), [ver Anexo 4.2 en Archivos Digitales en Excel](#).

IV.2.4. Obtención de la Matriz de Datos Estandarizados de las Condiciones Socio-Habitacionales (MDZ_CSH)

Teniendo en cuenta que los índices e indicadores miden diversos fenómenos o eventos en diferentes escalas, los resultados obtenidos en la Matriz de Datos Índices se normalizaron en una escala numérica de 0 a 1, empleando el valor máximo por cada indicador. La normalización de los indicadores se obtiene a partir del puntaje estándar, descrito anteriormente en la metodología. El procedimiento se realiza en todos los indicadores, cada

columna de datos índices pasa a ser una columna de puntajes Z, que se desvía en valores positivos y negativos, al realizar esto se comprobó que los resultados estandarizados por cada uno presenten los siguientes datos: $\Sigma=0$, $m = 0$, y $\sigma = 1$ por cada indicador, [ver Anexo 4.3 en Archivos Digitales en Excel](#).

IV.2.5. Clasificación bivariada o análisis de correlación de indicadores

Los valores del coeficiente de correlación se distribuyen entre 1 y -1, indicando una correlación positiva perfecta y una correlación negativa perfecta respectivamente, siendo el valor 0 de nula relación, es decir, de una distribución aleatoria de los datos. Para el análisis del sentido de la relación se calcula la recta de regresión lineal, ver metodología cap. II. En este caso el análisis de correlación se realizó para todos los grupos de indicadores e índices.

Dimensión Demográfica:

- Porcentaje de la Población de 0 a 14 años_POB8R
- Porcentaje de la Población de 15 a 64 años_POB12R
- Porcentaje de la Población de 65 años y más_POB24R
- Atracción Inmigrante Acumulada_PIACR
- Porcentaje de la Población de 5 años y más residente en Estados Unidos de América en junio 2005_MIG15R
- Tasa de Población Inmigrantes Reciente_TPIR
- Porcentaje de la Población con Discapacidad_DISC1R
- Densidad de Población_DP

Cuadro 4.19. Correlaciones entre los indicadores demográficos.

Matriz de proximidades								
	Correlación entre vectores de valores							
	Z(pob8_r)	Z(pob12_r)	Z(pob24_r)	Z(piac)	Z(mig15_r)	Z(tpir)	Z(disc1_r)	Z(dp)
Z(pob8_r)	1.000	-.600	-.317	-.432	.236	-.128	-.005	-.177
Z(pob12_r)	-.600	1.000	.120	.415	-.200	.121	-.047	.201
Z(pob24_r)	-.317	.120	1.000	-.228	.312	.015	.622	.010
Z(piac)	-.432	.415	-.228	1.000	-.262	.618	-.332	.098
Z(mig15_r)	.236	-.200	.312	-.262	1.000	.408	.420	-.291
Z(tpir)	-.128	.121	.015	.618	.408	1.000	.011	-.116
Z(disc1_r)	-.005	-.047	.622	-.332	.420	.011	1.000	-.122
Z(dp)	-.177	.201	.010	.098	-.291	-.116	-.122	1.000

Esto es una matriz de similitud Correlación de Pearson

El cuadro 4.19, expone las correlaciones obtenidas mediante Pearson entre cada par de indicadores. El análisis de correlación (r de Pearson), detectó que los pares de indicadores en el grupo de dimensión demográfica no presenta valores de correlación significativos, ya que se encuentra muy por debajo del límite que se considera significativo ($> \pm 0.7$).

Dimensión Social:

- Porcentaje de la Población sin Derechohabencia a Servicios de Salud _SALUD2R
- Porcentaje Población de 15 años y más Analfabeta _EDU28R
- Porcentaje Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior _EDU43R
- Porcentaje de la Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela _EDU6a14R
- Nivel de Escolaridad Alcanzado por la población (en el grupo de población 15 años y más) _NEAIR

El cuadro 4.20 nos muestra las correlaciones momento mediante el método de Pearson, entre cada par de indicadores. Los valores en rojo señalan correlaciones significativamente altas, que deben ser consideradas para determinar qué indicadores pudieran ser excluidos por presentar redundancia explicativa. El rango de estos valores oscila entre -1 y +1. Los valores en rojo, como es el caso del indicador Población Analfabeta (ZEDU28R) y la Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior (ZEDU43R) con el indicador del Nivel Educativo Alcanzado (ZNEAIR) en un valor relativamente alto de (-0.809) y (0.921) respectivamente, le sigue la relación entre ZEDU28R y ZEDU43R con una relación de (-0.757), por lo que se analiza si estos indicadores pudieran ser redundantes en cuanto al fenómeno que explican en el contexto de la ZMM.

Cuadro 4.20. Correlaciones entre los indicadores sociales.

Matriz de proximidades					
	Correlación entre vectores de valores				
	Z(salud2_r)	Z(edu28_r)	Z(edu43_r)	Z(edu6a14_r)	Z(neal_r)
Z(salud2_r)	1.000	.486	-.533	.196	-.591
Z(edu28_r)	.486	1.000	-.757	.466	-.809
Z(edu43_r)	-.533	-.757	1.000	-.375	.921
Z(edu6a14_r)	.196	.466	-.375	1.000	-.453
Z(neal_r)	-.591	-.809	.921	-.453	1.000

Esto es una matriz de similitud _Correlación de Pearson

Se realizó una observación del gráfico del diagrama de dispersión entre los indicadores que muestra que el valor relativamente alto de correlación se debe a varios valores atípicos (*outliers*) que se separan de la distribución del resto de los casos, y presenta una correlación lineal con un coeficiente de determinación $R^2 = 0.625$ y 0.519 , es decir por debajo del límite significativo, ver gráfico 4.1 y 4.2.

Gráfico 4.1. Correlaciones entre los indicadores ZEDU28R y ZNEAIR.

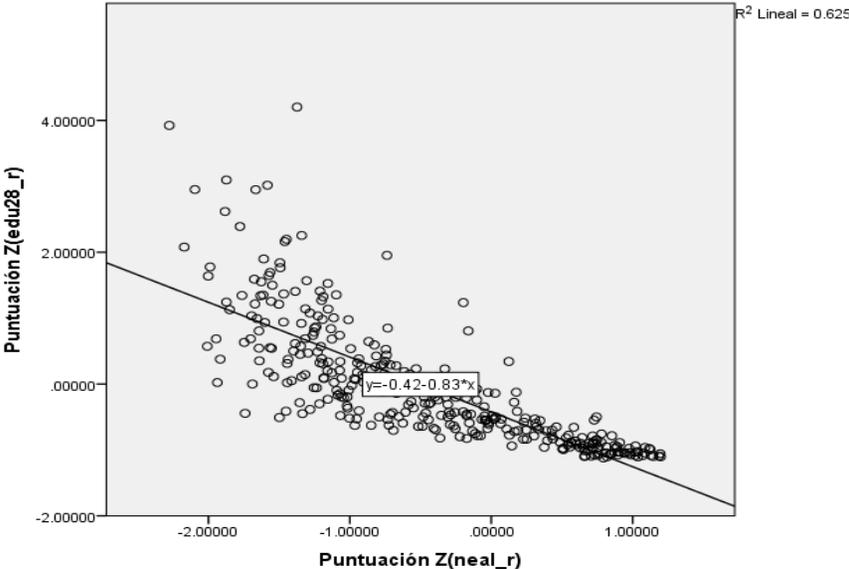
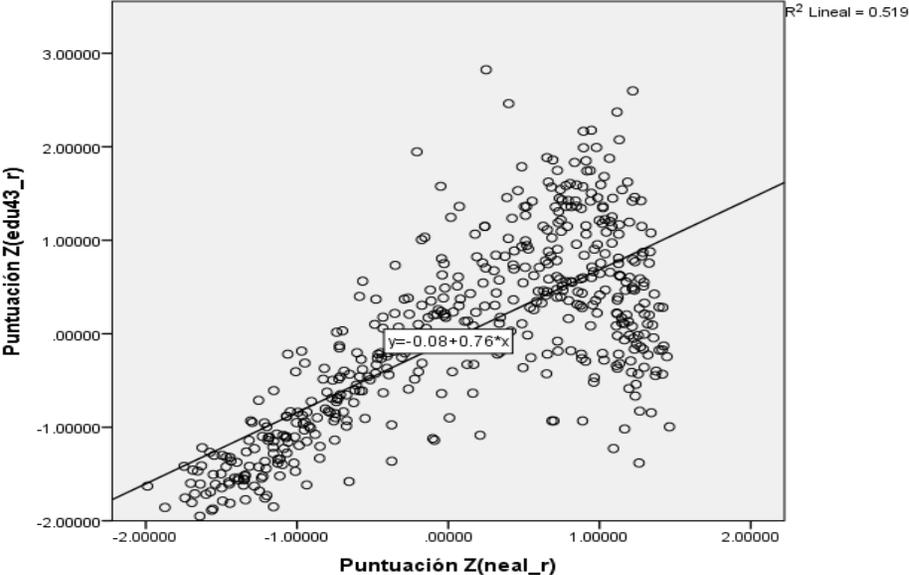


Gráfico 4.2. Correlaciones entre los indicadores ZEDU43R y ZNEAIR.



Si hacemos una prueba de significación bilateral (cuadro 4.21) observamos que el resultado es de 0.01, lo que resulta muy bajo para excluir alguno de estos indicadores en la evaluación de las condiciones habitacionales en la ZMM

Cuadro 4.21. Correlaciones entre los indicadores sociales.

Correlaciones

		Puntuación Z(edu28r)	Puntuación Z(edu43r)	Puntuación Z(NEAIR)
Puntuación Z(edu28r)	Correlación de Pearson	1	-.748**	-.790**
	Sig. (bilateral)		.000	.000
	N	343	307	338
Puntuación Z(edu43r)	Correlación de Pearson	-.748**	1	.720**
	Sig. (bilateral)	.000		.000
	N	307	488	488
Puntuación Z(NEAIR)	Correlación de Pearson	-.790**	.720**	1
	Sig. (bilateral)	.000	.000	
	N	338	488	541

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Dimensión Económica:

- Tasa de Participación Económica _ TPER
- Porcentaje Población Ocupada de 12 años y más sin escolaridad _ ECO7R
- Tasa de Actividad Económica _ TAER
- Índice de Dependencia Económica _ IDE

Dimensión Habitacional:

- Índice de Servicios Básicos Insatisfechos (viviendas) _ ISBI

Cuadro 4.22. Correlaciones entre los indicadores económicos.

Matriz de proximidades					
	Correlación entre vectores de valores				
	Z(tpe)	Z(eco7_r)	Z(ide)	Z(tae)	Z(isbi)
Z(tpe)	1.000	-.521	-.371	.967	-.278
Z(eco7_r)	-.521	1.000	.521	-.492	.598
Z(ide)	-.371	.521	1.000	-.391	.558
Z(tae)	.967	-.492	-.391	1.000	-.283
Z(isbi)	-.278	.598	.558	-.283	1.000

Esto es una matriz de similitud _ Correlación de Pearson

Para el grupo de indicadores económicos y habitacionales, como se muestra en el cuadro 4.22, no se aprecian valores significativos de correlación alta entre ellos, con ello comprobamos que cada uno de los indicadores expresa una realidad diferente de la ZMM.

De esta manera, los indicadores que componen el índice de condiciones socio-habitacionales no son redundantes, por lo que son aptos para evaluar la situación en la Zona Metropolitana de Morelia.

IV.2.6. Clasificación de los Indicadores en la Matriz de Datos Índices en Categorías

Se clasificó cada indicador e índice en cinco categorías mediante los métodos de clasificación en el ambiente SIG de *Arcgis* 10.0. Los indicadores se clasifican en 5 categorías; muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto (valores de puntaje estándar de negativos a positivos respectivamente).

IV.2.6.1. Obtención de la Matriz de Datos Categorizados por grado de intensidad de las Condiciones Socio-Habitacionales (MDC_CSH)

Un análisis de la MDI_CSH permite ubicar conceptualmente sus indicadores en dos grupos:

Variables de beneficio

- Porcentaje de la Población de 0 a 14 años_POB8R
- Porcentaje de la Población de 15 a 64 años_POB12R
- Porcentaje Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior_EDU43R
- Nivel de Escolaridad Alcanzado por la población (en el grupo de población 15 años y más) _NEAIR
- Tasa de Participación Económica _TPER
- Tasa de Actividad Económica _TAER

Variables de costo:

- Porcentaje de la Población de 65 años y más_POB24R
- Atracción Inmigrante Acumulada _PIACR
- Porcentaje de la Población de 5 años y más residente en Estados Unidos de América en junio 2005_MIG15R
- Tasa de Población Inmigrantes Reciente _TPIR

- Porcentaje de la Población con Discapacidad _DISC1R
- Densidad de Población _DP
- Porcentaje de la Población sin Derechohabencia a Servicios de Salud _SALUD2R
- Porcentaje Población de 15 años y más Analfabeta _EDU28R
- Porcentaje de la Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela _EDU6a14R
- Porcentaje Población Ocupada de 12 años y más sin escolaridad _ECO7R
- Índice de Dependencia Económica _IDER
- Índice de Servicios Básicos Insatisfechos (viviendas) _ISBI

La Matriz de Datos Categorizados (MDC) se genera mediante la clasificación por grados de intensidad de cada uno de los índices e indicadores, y se sustituyen en una nueva matriz, [ver Anexo 4.4 en Archivos Digitales en Excel.](#)

Cuadro 4.23. Valor por nivel de intensidad del impacto para indicadores beneficio y costo.

Categorías Clasificación _SIG	Grado de Intensidad	
	Indicadores de beneficio	Indicadores de costo
Muy Alta	1	5
Alta	2	4
Media	3	3
Baja	4	2
Muy Baja	5	1

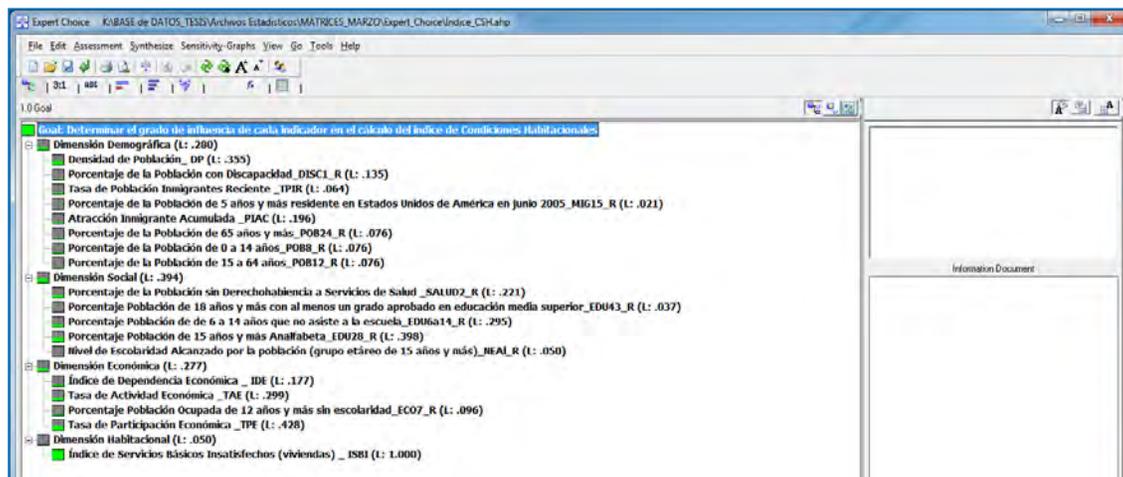
Fuente: Elaborado por el autor.

IV.2.6.2. Método para el Proceso de Análisis Jerárquico. Árbol de decisiones

La ponderación se llevó a cabo mediante el cálculo del coeficiente de ponderación o peso de cada indicador e índice, en la matriz de datos categorizados en un proceso de análisis jerárquico. Este coeficiente de ponderación se multiplica por los valores de cada indicador en la MDC, y con ello se genera una nueva matriz denominada la Matriz de Datos Ponderados de las Condiciones Socio-Habitacionales (MDPond _CSH), [ver Anexo 4.5 en Archivos Digitales en Excel.](#) Para la aplicación del software se siguen los siguientes pasos:

La estructura del modelo jerárquico tiene como objetivo o meta: Determinar el grado de influencia de cada indicador en el cálculo del Índice de Condiciones Habitacionales, el cual es introducido en el software *Expert Choice*, conservando los grupos y la jerarquía de los indicadores como se muestra en la figura 4.1.

Figura 4.1. Árbol de decisiones en el software *expert choice*.



Fuente: Elaborado por el autor

Comparaciones pareadas entre grupos de indicadores: se realizó la comparación pareada de los indicadores que componen el índice. En esta etapa del análisis se asignaron valores numéricos a las preferencias o juicios dados por los expertos, de esta manera se pudo medir la contribución de cada indicador e índice en la obtención del objetivo o meta principal. De forma simultánea a las comparaciones pareadas se realizó un análisis comparativo entre los mapas de cada indicador y más las relaciones espaciales que presentan. Bajo el análisis visual y estadístico de dichos mapas se establecieron los valores de preferencia sobre cada atributo (indicadores e índices). Así mismo, es determinante en este proceso de análisis jerárquico el conocimiento previo y la experiencia adquirida en trabajos relacionados a la evaluación del territorio por parte del experto. Los valores de juicio dados durante las comparaciones pareadas, se fundamentan en escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad, tomando como plataforma la escala numérica (Cuadro 2.11, Cap. II) propuesta por Saaty que va desde 1 hasta 9 (Toskano, 2005).

Para cada grupo de indicadores, los expertos analizaron el grado de influencia de cada variable dentro de su grupo para asignar valores a cada juicio emitido:

Para el grupo de indicadores Demográficos, el valor más alto es asignado a la densidad de población y la Atracción Inmigrante Acumulada, porque se considera que en la medida en que estas variables se incrementan, mayor presión demográfica se ejerce sobre el suelo, el

Porcentaje de la Población de 0 a 14 años, Porcentaje de la Población de 15 a 64 años y el Porcentaje de la Población de 65 años y más se les asignó el mismo valor, ya que ambos son considerados indicadores con cierto grado de correlación con la densidad de población, debido a que el crecimiento de cualquiera de estos indicadores implica un aumento de la densidad de habitantes. Los indicadores; Porcentaje de la Población de 5 años y más residente en Estados Unidos de América en junio 2005, la Tasa de Población Inmigrantes Reciente y el Porcentaje de la Población con Discapacidad se consideran secundarios por estar subordinados al crecimiento poblacional, ya que al incrementar la población por el flujo inmigrante disminuye el acceso a los servicios y la población con discapacidad puede aumentar su vulnerabilidad.

Dimensión Demográfica:

Indicadores	Calificación
Porcentaje de la Población de 0 a 14 años_POB8R	1
Porcentaje de la Población de 15 a 64 años_POB12R	1
Porcentaje de la Población de 65 años y más_POB24R	1
Atracción Inmigrante Acumulada_PIACR	7
Porcentaje de la Población de 5 años y más residente en Estados Unidos de América en junio 2005_MIG15R	3
Tasa de Población Inmigrantes Reciente_TPIR	3
Porcentaje de la Población con Discapacidad_DISC1R	3
Densidad de Población_DP	9

Fuente: Elaborado por el autor.

En el grupo de indicadores Sociales los valores más altos se les otorgó a; el Porcentaje de Población de 15 años y más Analfabeta y el Porcentaje de la Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela, debido a que los mismos tienen una implicación directa en las posibilidades de acceso a los servicios básicos del entorno, en el caso de la población Analfabeta puede contribuir a la generación de problemáticas sociales. Por su parte la población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela es una población infantil en crecimiento que también contribuye al aumento de futuras diversas problemáticas. La Población sin Derechohabencia a Servicios de Salud se le asigna valores medios a altos, porque se considera que influyen en el aumento del deterioro del entorno social. La Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior y el Nivel de

Escolaridad Alcanzado se considera que tienen el mismo coeficiente de importancia, ambos son considerados indicadores de beneficio, que al incrementarse aumentan las probabilidades de mejores condiciones sociales.

Dimensión Social:

Indicadores	Calificación
Porcentaje de la Población sin Derechohabencia a Servicios de Salud SALUD2R	6
Porcentaje Población de 15 años y más Analfabeta_ EDU28R	9
Porcentaje Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior_ EDU43R	7
Porcentaje de la Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela_ EDU6a14R	8
Nivel de Escolaridad Alcanzado por la población (en el grupo de población 15 años y más)_ NEAIR	7

Fuente: Elaborado por el autor.

De esta manera, el grupo de indicadores Económicos se une con los Habitacionales, al ser este último integrado por un solo indicador, a los cuales se les asigna el valor más alto a la Tasa de actividad económica y la Tasa de Participación Económica dado que expresa la capacidad de los habitantes para salir de una situación vulnerable en el territorio. En este grupo se considera significativo los indicadores de Población Ocupada de 12 años y más sin escolaridad y el Índice de Dependencia Económica, debido a que los habitantes que trabajan sin ningún grado de escolaridad contribuyen en alguna medida a la disminución del nivel de desarrollo económico de la ZMM, la dependencia económica es un indicador que también recarga la población activa lo que puede contribuir al decrecimiento económico. El Índice de Servicios Básicos Insatisfechos en las viviendas se le propone un valor alto ya que este tiene una influencia directa en la capacidad económica de los habitantes en la ZMM.

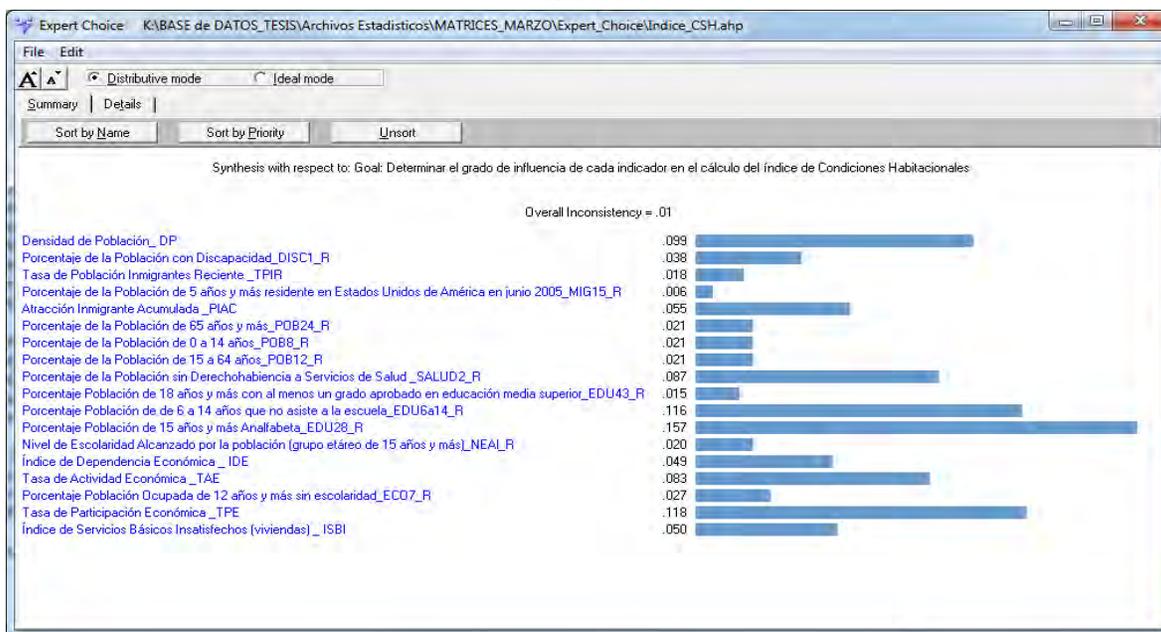
Dimensión Económica y Habitacional:

Indicadores	Calificación
Tasa de Participación Económica_ TPER	8
Porcentaje Población Ocupada de 12 años y más sin escolaridad_ ECO7R	6
Tasa de Actividad Económica_ TAER	8
Índice de Dependencia Económica_ IDER	6
Índice de Servicios Básicos Insatisfechos (viviendas)_ ISBI	1

Fuente: Elaborado por el autor.

Prioridad de los Indicadores: Una vez elaboradas las comparaciones pareadas se calculó la prioridad que adquiere cada indicador en términos de la meta global, que en este caso es: Determinar el grado de influencia de cada indicador en el cálculo del Índice de Condiciones Habitacionales para la ponderación de los indicadores, ingresando en el software las calificaciones asignadas por el criterio de expertos, ver figura 4.2.

Figura 4.2. Ejemplo de estructura de la ponderación final de indicadores, *expert choice*.



Fuente: Elaborado por el autor.

IV.2.7. Obtención del Índice Sintético

A partir de la matriz de datos ponderados (MDPond_CSH), se suman de forma horizontal en el sentido de las filas por cada polígono de unidad geocológica, el resultado se incluye en una nueva columna que se identifica como Índice Sintético de acuerdo al grupo de indicadores que se analizó de las Condiciones Socio-Habitacionales, con ello se genera una nueva y última matriz, denominada Matriz de Datos del Índice Sintético de las Condiciones Socio-Habitacionales (MDSi_ICSH), [ver Anexo 4.6 en Archivos Digitales en Excel.](#)

A continuación se muestran los Rangos de valores y Categorías del Índice Condiciones Socio-Habitacionales. Es importante señalar que se realizó un estudio de distribución de frecuencias al interior del rango 2 y se determinó, del análisis cuantitativo del gráfico de barras, realizar un punto de corte en el valor de ISH = 2.091, y con ello generar dos subgrupos al interior de este rango (2). De esta manera el rango 2 se subdivide en grupo 2.1 y grupo 2.2, para el análisis cualitativo de cada categoría del Índice sumario ICSH, ver cuadro 4.24.

Cuadro 4.24. Categorías del Estado del índice de Condiciones Socio- Habitacionales.

Rangos de valores del Índice Condiciones Socio-Habitacionales	Categorías del Índice de Condiciones Socio-Habitacionales ZMM	Cant. Polígonos UGs	Cant. Población
3.655-4.233	Muy Desfavorable	52	55129
3.076-3.654	Desfavorable	85	82725
2.498-3.075	Poco Favorable	110	384533
2.082-2.497	Favorable a Poco Favorable	109	155820
1.545-2.081	Favorable	170	146295
0.592-1.544	Muy Favorable	36	3424
0	Sin Población o Datos No Confiables	336	1440
Total		898	829366

Fuente: Elaborado por el autor.

[Mapa 4.19. Índice de Condiciones Socio-Habitacionales de la Zona Metropolitana de Morelia](#)

IV.3. CARACTERIZACIÓN DE LAS CATEGORÍAS DEL ÍNDICE DE CONDICIONES SOCIO-HABITACIONALES

A continuación se analizan las Condiciones Socio-Habitacionales por rangos del índice sintético calculado por unidades geoeológicas. Posteriormente se resumen las características principales de las categorías, ver cuadro 4.25.

IV.3.1. Categoría Muy Favorable

Unidades Geoeológicas en Situación Muy Favorables. Rango 1 (0.592 - 1.544)

Se muestran 36 unidades geoeológicas clasificadas como Muy Favorables. Este rango se caracteriza por presentar los indicadores de costo y de beneficio con valores muy favorables en el ámbito socio-habitacional. El porcentaje de la población de 0 a 14 años (POB8R)

muestra valores bajos, el porcentaje de la población de 15 a 64 años (POB12R) es alto, el porcentaje de la población de 65 años y más (POB24R) expone valores bajos y la densidad de población (DP) es baja; por lo que estas unidades en general describen familias con pocos hijos, pocas personas de la tercera edad y la mayoría de su población se encuentra en edad laboral, por lo que mantienen un aparente equilibrio demográfico.

La atracción inmigrante acumulada (PIACR) es alta, el porcentaje de la población de 5 años y más residente en Estados Unidos de América en junio 2005 (MIG15R) se considera una población inmigrante que retorna, es prácticamente nulo (solo en 3 UGs) y la tasa de población inmigrante reciente (TPIR), se analiza desde otras ciudades o país, es muy alta; ello indica un flujo migratorio importante desde otras ciudades y de extranjeros. El porcentaje de la población con discapacidad (DISC1R) es muy alta (pero sólo se presentan en 6 unidades), el porcentaje de la población sin derechohabencia a servicios de salud (SALUD2R) es muy bajo; mientras que con relación a la educación, el porcentaje de población de 15 años y más analfabeta (EDU28R) es nulo (no hay analfabetos), el porcentaje de población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior (EDU43R) es muy alto, el porcentaje de la población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela (EDU6a14R) es nulo (es decir todos los niños asisten), el nivel de escolaridad alcanzado por la población (en el grupo de población 15 años y más, (NEAIR) es muy alto; todo ello indica muy buena situación educacional y social para los habitantes de estas UGs.

La tasa de participación económica (TPER) es muy alta, lo cual se corresponde con los valores altos del porcentaje de población en edad laboral, la tasa de actividad económica (TAER) es muy alta, lo que indica que de la población activa “TPE” casi todas las personas tienen un trabajo, el índice de dependencia económica (IDER) es muy bajo, ello se relaciona con la baja cantidad de niños y ancianos en estas unidades, el porcentaje de población ocupada de 12 años y más sin escolaridad (ECO7R) es nulo (no existe población trabajando sin escolaridad); estos indicadores reflejan que la población cuenta con ingresos económicos estables, en su mayoría se encuentran aptos para la actividad laboral y por tanto presentan muy buenas condiciones económicas.

El índice de servicios básicos insatisfechos en las viviendas (ISBI) presenta valores muy bajos solamente en 3 UGs, lo que indica muy buenas Condiciones Habitacionales.

Al interior de las unidades geocológicas con categoría Muy Favorables se identifican 26 unidades en la Zona Urbana, 9 de la Zona Periurbana y 1 de la Zona Rural. En la Zona Urbana las unidades presentan superficies entre 0.01 y 0.2 km², entre las unidades más representativas se encuentran las UGs; 50-7 y UG 168-2 que coincide con las colonias Fracc. Víctor Manuel Tinoco Rubí y Fracc. Américas Britania respectivamente. Las unidades Periurbanas tienen una superficie entre 0.01 y 7.8 km², en esta zona encontramos las UGs; 176-1 y 102-20 correspondientes a las localidades rurales Francisco Múgica y Bosque Monarca y en la Zona Rural la unidad abarca 0.3 km² en la localidad La Mora (Hacienda del Profesor).

IV.3.2. Categoría Favorable

Unidades Geocológicas en Situación Favorables. Rango 2a (1.545-2.081)

Se presentan 109 unidades geocológicas en condiciones Favorables. En la siguiente categoría tanto los indicadores de costo como de beneficio en general muestran valores favorables en el ámbito socio-habitacional, a excepción de algunas UGs que reflejan disminución en la calidad de los indicativos. El porcentaje de la población de 0 a 14 años (POB8R) es muy alta, el porcentaje de la población de 15 a 64 años (POB12R) predomina con valores muy bajos, el porcentaje de la población de 65 años y más (POB24R) es muy alto y la densidad de población (DP) es de muy alta a media; por lo que estas unidades se caracterizan por presentar una proporción mayor de población infantil y de la tercera edad sobre los habitantes en edad laboral, lo cual pudiera considerarse una tendencia de riesgo ante la dependencia económica.

La atracción inmigrante acumulada (PIACR) es de muy alta a media, el porcentaje de la Población de 5 años y más residente en Estados Unidos de América en junio 2005 (MIG15R) es de muy baja a media, la tasa de población inmigrante reciente (TPIR) es de muy alta a alta; por lo que se puede apreciar que el flujo migratorio hacia estas UGs tiende a disminuir con respecto a la categoría anterior, aunque la presencia de inmigrantes desde Estados Unidos es significativa con casi el 60 % de los inmigrantes existentes en total.

El porcentaje de la población con discapacidad (DISC1R) es de muy bajo a medio, el porcentaje de la población sin derechohabiencia a servicios de salud (SALUD2R) es de

medio a bajo. Mientras en los indicativos educacionales, el porcentaje de población de 15 años y más analfabeta (EDU28R) se identifican con valores muy bajos, el porcentaje de población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior (EDU43R) es de muy bajo a medio, el porcentaje de la población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela (EDU6a14R) se presenta con la categoría de media a muy baja, y cabe destacar que se localizan en 14 UGs solamente, el nivel de escolaridad alcanzado por la población (en el grupo de población 15 años y más, NEAIR) es de medio a bajo; estos indicadores en general describen una situación socio _educacional favorable, ya que a pesar de presentar casos de habitantes vulnerables, la generalidad de las UGs mantienen condiciones favorables.

La tasa de participación económica (TPER) es de media a baja, la tasa de actividad económica (TAER) es de alta a muy alta, el índice de dependencia económica (IDER) es muy bajo a medio, no obstante se manifiesta en todas las UGs, el porcentaje de población ocupada de 12 años y más sin escolaridad (ECO7R) es muy bajo, por lo que en estas unidades hay presencia de trabajadores en edad infantil y sin nivel escolar; de acuerdo a los valores mostrados estas UGs tienen baja población en edad laboral pero la mayoría está ocupada, lo indica que los ingresos económicos en general son estables, y existen algunos indicativos sociales de valores muy bajos pero con tendencia a generar situaciones de riesgo.

El índice de servicios básicos insatisfechos (viviendas, ISBI) se presenta de muy bajo a bajo, lo que indica un aumento incipiente de carencias de algunos servicios básicos de las viviendas.

De acuerdo a la zonificación de la tipología de las unidades dentro de la categoría Favorables se presentan en la Zona Urbana 129 UGs, 34 unidades en la Zona Periurbana y 7 unidades en la Zona Periurbana. En la Zona Urbana la superficie de las unidades se encuentran entre los 0.6 y 18.6 km², entre las principales UGs se encuentran las UGs; 218-7 y 236-1 correspondientes a la unidad habitacional Nueva Valladolid y la colonia Tenencia de Santiaguito. La superficie de las UGs en la Zona Periurbana abarca dimensiones entre 0.1 y 11 km², las unidades más representativas se ubican en las localidades rurales Fraccionamiento Hacienda el Encanto UGs 205-37 y Terranova en las UGs 205-33. La Zona Rural se presenta con unidades entre 0.6 y 18.6 km², entre las unidades principales se

encuentran las UGs 27 y 268-2, correspondientes al conjunto habitacional Benito Juárez Infonavit y la localidad rural Parastaco.

IV.3.3. Categoría Favorable a Poco Favorable

Unidades Geocológicas en Situación Favorables a Poco Favorables. Rango 2b (2.082-2.497)

Se presentan 179 unidades geocológicas en Condiciones Favorables a Poco Favorables. En la siguiente categoría los indicadores de costo y de beneficio muestran valores con tendencias Poco Favorables en el ámbito socio-habitacional. El porcentaje de la población de 0 a 14 años (POB8R) es de muy alta a alta, el porcentaje de la población de 15 a 64 años (POB12R) muestra valores muy bajos a bajos, el porcentaje de la población de 65 años y más (POB24R) es de muy bajo a bajo y la densidad de población (DP) es de alta a media; aquí nos refleja un incremento de la población infantil potencialmente dependiente sobre una población en edad laboral muy baja, por lo que aumenta la tendencia poco favorable del teórico equilibrio demográfico.

La atracción inmigrante acumulada (PIACR) es muy alta, el porcentaje de la Población de 5 años y más residente en Estados Unidos de América en junio 2005 (MIG15R) es de muy bajo a bajo, la tasa de población inmigrante reciente (TPIR) se mantiene en valores de muy alta a alta; con ello se presume la preferencia de estas unidades por la población inmigrante en la ZMM por connacionales y extranjeros, no así por los inmigrantes de retorno desde Estados Unidos.

El porcentaje de la población con discapacidad (DISC1R) es muy bajo, el porcentaje de la población sin derechohabencia a servicios de salud (SALUD2R) es muy bajo, pero con una representación en el 98 % de las unidades. La situación educacional muestra, el porcentaje de población de 15 años y más analfabeta (EDU28R) con valores muy bajos que se localizan en 32 UGs, el porcentaje de población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior (EDU43R) es muy bajo, el porcentaje de la población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela (EDU6a14R) se presenta con la categoría muy baja en el 2 % de las unidades, el nivel de escolaridad alcanzado por la población (en el grupo de población 15 años y más, NEAIR) es muy bajo; de acuerdo a estos indicadores las condiciones

educacionales tienen una tendencia poco favorable, con niveles de escolaridad muy bajos y presencia de pocos casos con habitantes en situación vulnerable como analfabetos y niños sin asistencia escolar.

La tasa de participación económica (TPER) es de muy baja a baja, la tasa de actividad económica (TAER) se concentra en valores entre alta a muy alta, el índice de dependencia económica (IDER) es muy bajo a bajo, el porcentaje de población ocupada de 12 años y más sin escolaridad (ECO7R) es muy bajo y se presenta solamente en el 10 % de las unidades; aquí se mantiene una baja población en edad laboral pero se manifiesta muy activa con altos valores de ocupación, incluyendo población sin escolaridad, por lo que los ingresos económicos en general son suficientes, persisten indicadores sociales de valores bajos pero con tendencia a situaciones de riesgo.

El índice de servicios básicos insatisfechos (viviendas, ISBI) se concentra en valores muy bajos, pero se presentan casos de carencias de algunos servicios básicos de las viviendas con valores de media a muy alto.

De acuerdo a la zonificación de la tipología de las unidades dentro de la categoría Favorable a Poco Favorable se presentan en la Zona Urbana 85 UGs, 20 unidades en la Zona Periurbana y 4 unidades en la Zona Rural. En la Zona Urbana la superficie de las unidades se encuentran entre los 0.01 y 2.3 km², entre las que se encuentran las UGs 102-4 y 209-3 en la unidad habitacional Juana Pavón Infonavit y la colonia La Calera respectivamente. La superficie de las UGs en la Zona Periurbana abarca dimensiones entre 0.1 y 1.8 km², las unidades más representativas se ubican en las localidades rurales La Ciénega (La Calera) y El Cuitzillo Chico en las respectivas UGs 218-1 y 147-3. La Zona Rural se presenta con unidades entre 0.5 y 18 km², entre las unidades principales se encuentran las UGs 147-8 y 21, correspondientes a las localidades rurales Los Ruiseñores y La Herradura (Antiguo Camino Real).

IV.3.4. Categoría Poco Favorable

Unidades Geoecológicas en Situación Poco Favorables. Rango 3 (2.498-3.075)

Se presentan 110 unidades geoecológicas en esta categoría. Los indicadores de costo y de beneficio presentan valores significativos Poco Favorables en el ámbito socio-habitacional.

El porcentaje de la población de 0 a 14 años (POB8R) muestra valores de baja a alta, el porcentaje de la población de 15 a 64 años (POB12R) es de alto a medio, el porcentaje de la población de 65 años y más (POB24R) presenta valores bajos, la densidad de población (DP) es muy alta; por lo que las unidades se caracterizan por tener una población principalmente en edad laboral aunque en todas las unidades hay presencia de niños y la población envejecida se presenta en el 95 % de las unidades.

La atracción inmigrante acumulada (PIACR) es de baja a media, el porcentaje de la Población de 5 años y más residente en Estados Unidos de América en junio 2005 (MIG15R) es de bajo a medio, la tasa de población inmigrante reciente (TPIR) es muy baja a media; así se refleja un flujo migratorio bajo pero aún con tendencia a valores medios por lo que asimilan población inmigrante significativa.

El porcentaje de la población con discapacidad (DISC1R) es de medio a bajo, el porcentaje de la población sin derechohabencia a servicios de salud (SALUD2R) es de alto a medio; se aprecia una tendencia en aumento de la población con grados de discapacidad y una parte significativa de la población no tiene cobertura de los servicios médicos. Por otra parte, con relación a la educación, el porcentaje población de 15 años y más analfabeta (EDU28R) se presenta en las UGs con valores de bajos a medios, pero se aprecia un incremento de la presencia de población analfabeta en 99 % de las UGs, el porcentaje población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior (EDU43R) tiene valores entre medio a bajo, el porcentaje de la población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela (EDU6a14R) se presenta con valores de muy bajo a bajo y se localiza en todas las UGs, el nivel de escolaridad alcanzado por la población (en el grupo de población 15 años y más (NEAIR) es de medio a bajo; estas condiciones educacionales reflejan una situación poco favorable para los habitantes, debido a que se aprecia la tendencia de aumento de la población analfabeta, niños vulnerables por no asistir a la escuela, y en contraparte los niveles educativos son bajos y con tendencia negativa.

La tasa de participación económica (TPER) muestra valores de media a baja, la tasa de actividad económica (TAER) se concentra en valores de muy alta a alta, el índice de dependencia económica (IDER) resalta valores de medio a alto, el porcentaje de población ocupada de 12 años y más sin escolaridad (ECO7R) presenta valores bajos; en general las

condiciones económicas presenta valores medio con tendencias incipientes hacia situaciones poco favorables.

El índice de servicios básicos insatisfechos (viviendas, ISBI) se presenta de muy bajo a medio, con presencia en el 90 % de las viviendas, lo que indica un incremento significativo en las carencias de los servicios en las viviendas.

A partir de la zonificación de la tipología de las unidades al interior de la categoría Poco Favorable, se presentan en la Zona Urbana 72 UGs, 13 unidades en la Zona Periurbana y 25 unidades en la Zona Rural. En la Zona Urbana la superficie de las unidades se encuentran entre los 0.01 y 3.9 km², entre las que se encuentran las UGs 211-3 y 38-1 en la unidad habitacional Manuel Villalongín y la colonia Margarita Maza de Juárez respectivamente. La superficie de las UGs en la Zona Periurbana abarca dimensiones entre 0.1 y 2.7 km², las unidades más representativas se ubican en las rancherías Cointzio y La Aldea en las respectivas UGs 150-1 y 208-1. La Zona Rural se presenta con unidades entre 0.1 y 91.4 km², entre las unidades principales se encuentran las UGs 267-1 y 268-4, correspondientes al poblado Barrio de Dolores y la localidad rural Las Trojes.

IV.3.5. Categoría Desfavorable

Unidades Geoecológicas en Situación Desfavorables. Rango 4 (3.076-3.654)

Se presentan 85 unidades geoecológicas en esta categoría. Los indicadores de costo y los de beneficio presentan valores con tendencias Desfavorables en el ámbito socio-habitacional. El porcentaje de la población de 0 a 14 años (POB8R) resalta los valores de muy alto a alto, el porcentaje de la población de 15 a 64 años (POB12R) presenta valores de bajos a muy bajos, el porcentaje de la población de 65 años y más (POB24R) muestra valores de alto a medio, la densidad de población (DP) es de baja a muy baja, debido a que la mayoría de las unidades presentan las superficies más grandes de la ZMM; estas unidades se caracterizan por tener mayor presencia de población infantil y de adultos mayores con respecto a la población en edad laboral, por lo que reflejan tendencia hacia la desfavorabilidad del equilibrio demográfico.

La atracción inmigrante acumulada (PIACR) es de muy baja a baja, el porcentaje de la Población de 5 años y más residente en Estados Unidos de América en junio 2005 (MIG15R)

es de alta a muy alta, la tasa de población inmigrante reciente (TPIR) es de muy baja a baja; esto indica poca presencia de población inmigrante desde otras ciudades y países pero se evidencia un significativo flujo de habitantes inmigrantes de retorno desde Estados Unidos.

El porcentaje de la población con discapacidad (DISC1R) presenta valores de altos a muy altos, el porcentaje de la población sin derechohabiencia a servicios de salud (SALUD2R) es de muy alta a media; estos indicadores reflejan Condiciones Sociales Desfavorables para el 96 % y 100 % de las unidades respectivamente. Por otra parte, en los indicativos educacionales, el porcentaje de población de 15 años y más analfabeta (EDU28R) se incrementan en las UGs con valores de altos a muy altos, el porcentaje población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior (EDU43R) muestra valores de muy bajos a bajos, el porcentaje de la población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela (EDU6a14R) es de bajo a alto, el nivel de escolaridad alcanzado por la población (en el grupo de población 15 años y más, NEAIR) es de muy bajo a bajo; en estas unidades la situación educacional es desfavorable para el 95 % de las unidades, en donde se presentan en su mayoría casos de analfabetismo, inasistencia escolar infantil, y muy bajos niveles educativos.

La tasa de participación económica (TPER) muestra valores de muy baja a baja, no obstante la tasa de actividad económica (TAER) es de muy alta a alta; indicando que a pesar de existir pocas personas en edad productiva, la mayoría de esta población se encuentra ocupada, el índice de dependencia económica (IDER) tiene valores entre alta a muy alta, ello se debe a que la cantidad de población potencialmente activa es baja con respecto a la presencia de niños y adultos mayores en estas unidades, y por tanto el nivel de dependencia potencial es significativo, el porcentaje de población ocupada de 12 años y más sin escolaridad (ECO7R) resalta los valores de medio a alta, por lo que en estas unidades la presencia de población sin escolaridad que trabaja incluyendo niños presenta una tendencia negativa en aumento.

El índice de servicios básicos insatisfechos (viviendas, ISBI) se presenta con valores de medio a muy alto, lo que indica un incremento considerable de las carencias en los servicios básicos de las viviendas.

A partir de la zonificación de la tipología de las unidades al interior de la categoría Desfavorable, se presentan en la Zona Urbana 16 UGs, 22 unidades en la Zona Periurbana y

47 unidades en la Zona Rural. En la Zona Urbana la superficie de las unidades se encuentran entre los 0.06 y 1.3 km², entre las que se encuentran las UGs 26 y 30-2 en la colonia Ciudad Jardín y el fraccionamiento Quinceo respectivamente. La superficie de las UGs en la Zona Periurbana abarca dimensiones entre 0.06 y 14.3 km², las unidades más representativas se ubican en el conjunto habitacional San Isidro Itzicuaró y la colonia La Mintzita en las respectivas UGs 232-1 y 40-2. La Zona Rural se presenta con unidades entre 0.1 y 91.4 km², entre las unidades principales se encuentran las UGs 61-2 y 126, correspondientes a las localidades rurales Joya de Buenavista y San José de las Torres.

IV.3.6. Categoría Muy Desfavorable

Unidades Geoecológicas en Situación Muy Desfavorables. Rango 5 (3.654-4.233)

Se presentan 52 unidades geoecológicas en esta categoría. Los indicadores de costo y los de beneficio muestran valores Muy Desfavorables en el ámbito socio-habitacional. El porcentaje de la población de 0 a 14 años (POB8R) presenta valores muy altos, el porcentaje de la población de 15 a 64 años (POB12R) refleja valores de bajos a muy bajos, el porcentaje de la población de 65 años y más (POB24R) es de altos a muy altos, la densidad de población (DP) es baja; estas unidades se caracterizan por tener mayor cantidad de niños y adultos mayores por lo que las unidades tienen tendencia a la desfavorabilidad de las condiciones de equilibrio demográfico.

La atracción inmigrante acumulada (PIACR) es muy baja, el porcentaje de la Población de 5 años y más residente en Estados Unidos de América en junio 2005 (MIG15R) es de muy alto, la tasa de población inmigrante reciente (TPIR) es de muy baja a baja; indicando en general poca presencia de inmigrantes en estas zonas, no obstante reflejan gran cantidad de población inmigrante desde Estados Unidos.

El porcentaje de la población con discapacidad (DISC1R) presenta valores muy altos, el porcentaje de la población sin derechohabencia a servicios de salud (SALUD2R) es muy baja; esto indica la existencia de población con discapacidad aunque es probable que cuente con la cobertura de servicios médicos. Por otra parte, con relación a la educación, el porcentaje de población de 15 años y más analfabeta (EDU28R) se concentra en las UG con valores de muy alta, el porcentaje población de 18 años y más con al menos un grado

aprobado en educación media superior (EDU43R) tiene valores de muy bajos, el porcentaje de la población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela (EDU6a14R) se presenta con valores de muy alto, el nivel de escolaridad alcanzado por la población (en el grupo de población 15 años y más (NEAIR) es muy bajo; en estas unidades las condiciones educacionales son altamente desfavorables, ya que existe analfabetismo en todas las UGs y niños en vulnerabilidad por no asistir a la escuela en varias unidades, y con un nivel general de escolaridad muy bajo.

La tasa de participación económica (TPER) presenta valores muy bajos, la tasa de actividad económica (TAER) es muy alta, esto muestra que a pesar de existir pocos habitantes en edad laboral, la mayoría de estas personas tienen trabajo, el índice de dependencia económica (IDER) tiene valores muy altos, relacionado con la cantidad de niños y adultos mayores en proporción a la baja población en edad laboral, el porcentaje de población ocupada de 12 años y más sin escolaridad (ECO7R) resalta los valores muy altos, por lo que en estas unidades la presencia de población que trabaja sin nivel escolar incluye niños, todo ello en general representan problemáticas y condiciones económicas muy desfavorables.

El índice de servicios básicos insatisfechos (viviendas, ISBI) se concentra con valores muy altos, lo que indica un incremento considerable de las carencias en los servicios básicos de las viviendas.

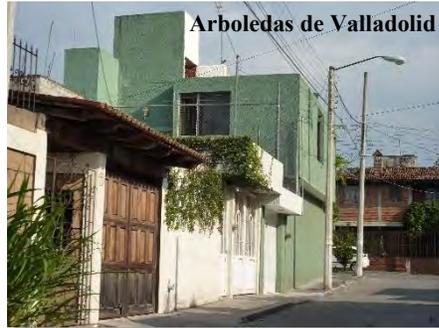
De acuerdo a la zonificación de la tipología de las unidades dentro de la categoría Muy Desfavorable se presentan en 9 unidades en la Zona Periurbana y 43 unidades en la Zona Rural, cabe resaltar que en la Zona Urbana no se presentan unidades dentro de esta categoría. La superficie de las UGs en la Zona Periurbana abarca dimensiones entre 0.1 y 6 km², las unidades más representativas se ubican en las localidades rurales Atapaneo, UG 245-1 y Colonia Miguel Hidalgo en la UG 208-8. La Zona Rural se presenta con unidades entre 0.2 y 82.6 km², entre las unidades principales se encuentran las UGs 5-2 y 197, correspondientes las localidades rurales Buenavista y Aracurio.

IV.4. CONDICIONES SOCIO-HABITACIONALES EN LA ZONA METROPOLITANA DE MORELIA

Unidades geoecológicas en condiciones Muy Favorables y Favorables

Las unidades geoecológicas de la Zona Metropolitana de Morelia que presentan Condiciones Muy Favorables y Favorables para la población que habita bajo este contexto, se distribuyen en un área total de 109.5 km² que representa el 5.7 % de la superficie de la ZMM, en resumen se localizan 206 unidades geoecológicas que se identifican principalmente con tipología habitacional e infraestructura urbana. En este escenario de Condiciones Favorables, en general, se localizan principalmente las UGs al interior de la Zona Urbana con 155 unidades en una superficie de 21.8 km², la Zona Periurbana contiene un total de 43 UGs y se distribuye en una superficie de 42.9 km², por último la Zona Rural alberga 8 unidades en su mayoría asociadas a localidades rurales en un área de 44.8 km². En general estas áreas presentan condiciones muy favorables bajo las cuales habitan un total de 147380 personas, estas se subdividen en 76509 mujeres y 70871 hombres, esta población pernocta en un total de 70922 viviendas. La población infantil en esta categoría es de 18833 niñas y 19488 niños, por su parte la población del adulto mayor bajo este escenario es de 1332 ancianas y 920 ancianos. Al interior de estas categorías con las mejores condiciones socio-habitacionales, existen más mujeres que hombres en edad laboral y de adultos mayores, mientras que predomina la población de niños. Las Condiciones Socio-Habitacionales en estas unidades se caracterizan por presentar un balance demográfico en los grupos de edades analizados, los niveles educativos son muy altos. La situación económica presenta valores altos de actividad económica a partir de los indicadores sociales analizados, las unidades presentan indicativos muy favorables de bienestar y esencialmente no existen o son muy bajos los casos de analfabetismo e inasistencia escolar.

Fotografías 4.1. Unidades Geocológicas en Condiciones Socio-Habitacionales Muy Favorables y Favorables.



Fuente: Elaboración propia.

Unidades geocológicas en condiciones Favorables a Poco Favorables y Poco Favorables

Las unidades geocológicas de la Zona Metropolitana de Morelia que presentan situaciones con tendencias de Favorables a Poco Favorables o Poco Favorables, se distribuyen en un área de 395.3 km², lo que representa el 20.4 % de la ZMM en total. Cuantitativamente estas unidades suman 219 UGs, identificadas por el predominio de tipología habitacional y de infraestructura urbana, con presencia de algunos casos de tipo cobertura vegetal con población asociada. Estas unidades incluyen un total de 157 UGs en la Zona Urbana en una superficie de 71.4 km² lo que representa el 3.7 % de la ZMM, 33 unidades en la Zona Periurbana, que se distribuyen en un área de 20.6 km² que representa el 1.1 % del área total metropolitana y 29 UGs en la Zona Rural que se extiende en 303.3 km² para un 15.7 % de la superficie total. Estas unidades geocológicas presentan condiciones con tendencias a desfavorabilidad socio-habitacional. La población total bajo este escenario es de 534471 habitantes, de los cuáles 279011 son mujeres y 255460 son hombres, la población vive en un total de 182927 viviendas. Así mismo, la población infantil, que se ve afectada bajo algunos indicativos con tendencias desfavorables en estas unidades, es de 64496 niñas y 66172 niños, por su parte los adultos mayores se distribuyen en 17033 mujeres y 12420 hombres. Las

Condiciones Socio-Habitacionales que caracterizan estas unidades se caracterizan por valores medios a bajos de favorabilidad en indicadores como población analfabeta, población sin cobertura médica, dependencia económica, densidad de población, y necesidades básicas insatisfechas en la vivienda que sumados aumentan el riesgo y la vulnerabilidad de la población bajo este contexto, sumado a la población inmigrante con valores significativos presentes en estas áreas, ello crea condiciones de Desfavorabilidad socio-habitacional.

Fotografías 4.2. Unidades Geocológicas en Condiciones Socio-Habitacionales Poco Favorables y Poco Favorables.



Fuente: elaboración propia.

Unidades geocológicas en condiciones Desfavorables y Muy Desfavorables

Para el grupo de unidades en Condiciones Desfavorables y Muy Desfavorables en la Zona Metropolitana de Morelia el escenario que reflejan los indicadores analizados es de muy alta desfavorabilidad. Estas áreas abarcan un total de 905.8 km² las cuales representan el 47 % de la superficie total de la ZMM. Las unidades suman un total de 137 bajo estas características, entre ellas existe un predominio de la tipología habitacional de viviendas de construcción rural y asentamientos irregulares. De acuerdo a la zonificación por tipos de urbanización, estas unidades se agrupan en 16 unidades en la Zona Urbana distribuidas en una extensión de 6.4 km² que representan el 0.3 % del área total, en la Zona Periurbana encontramos 31

unidades dispersas en 28.2 km² con el 1.5 % de representación de la superficie de la ZMM y la Zona Rural contiene 90 unidades en una extensión territorial de 871.2 km² y el 45 % del área que abarcan las unidades geocológicas del área metropolitana, por lo que en estas unidades se concentran las condiciones de desfavorabilidad, no obstante es importante señalar que existen unidades al interior de la zona urbana y periurbana con estas características. En estos espacios de condiciones y tendencias muy desfavorables para los habitantes, existe una población total de 136189, de ellas 70178 son mujeres y 66011 son hombres, además existe una población infantil vulnerable de 21262 niñas y 21668 niños, seguido de otro grupo demográfico en riesgo, como 4109 mujeres de la tercera edad y 4017 hombres adultos mayores. Las zonas dentro de este entorno presentan indicadores de costo principalmente en Situación de muy alta Desfavorabilidad con tendencias negativas, como es el caso de; población analfabeta, inasistencia escolar, población de 12 años y sin escolaridad que trabajan, sin cobertura de servicios médicos, alta dependencia económica de niños y ancianos, una población en edad laboral muy baja y sin condiciones en su generalidad para la estabilidad de los ingresos, situaciones de alta insatisfacción de los servicios básicos en la vivienda imprescindibles para el mantenimiento de la salud, que de conjunto con la imposibilidad del acceso a los servicios de la misma incrementa la situación de riesgo.

En resumen, la Zona Metropolitana de Morelia tiene una extensión territorial de 1934.6 km², de los cuales se encuentran ocupados por algún tipo de urbanización o población 1532.2 km². Al interior de esta superficie poblada o urbanizada, se obtuvo información para la evaluación de 18 indicadores e índices en un área de 1410.6 km², de la cual, como resultado, se consideran unidades que presentan Condiciones Muy Favorables a Favorables en una extensión del 7.8 % del total, en Condiciones Favorables a Poco Favorables se ubica el 28 % y en condiciones Desfavorable a Muy Desfavorable se incrementa un área representativa del 64 %. Sobre estas condiciones generales la población, de un total de 828154 tomada como referencia, es del 17.8 % bajo condiciones Muy Favorables a Favorables, el 64.5 % habita en Condiciones Favorables a Poco Favorables con tendencias a Poco Favorables y el 16.4 % se encuentra afectada por Condiciones Desfavorables a Muy Desfavorables, cabe destacar que en análisis de género, bajo estas condiciones de desfavorabilidad se encuentra una cantidad relativamente mayor de mujeres, ancianas y niñas, que de hombres en los mismos grupos etarios. A partir de la diferenciación de las Condiciones Socio-Habitacionales, mediante los

indicadores e índices analizados, se considera que la mayor cantidad de población en la ZMM convive en Situación Favorable a Poco Favorable con tendencias a Poco Favorable y problemáticas sociales como analfabetismo, acceso a servicios básicos de salud y necesidades básicas en las viviendas.

Fotografías 4.3. Unidades Geocológicas en Condiciones Socio-Habitacionales Desfavorables.



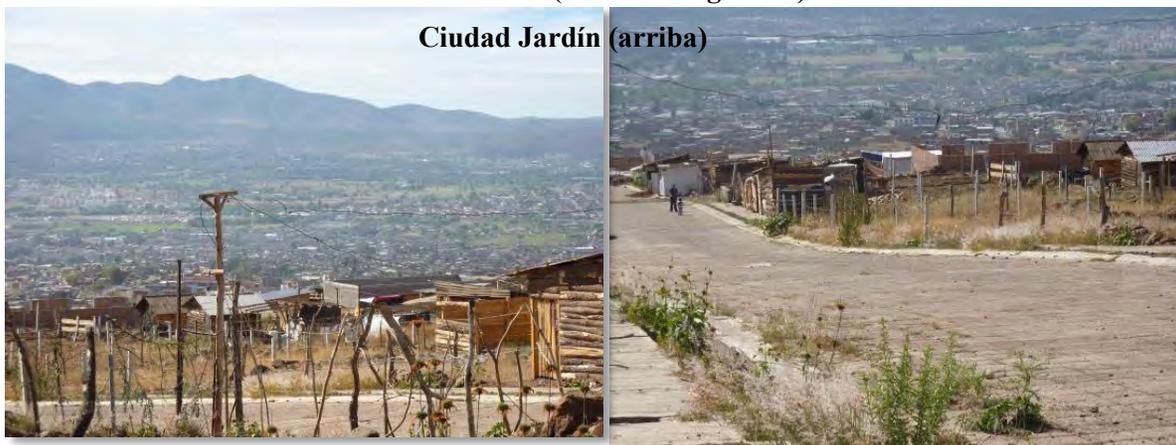
Fuente: elaboración propia.

Fotografías 4.4. Unidades Geocológicas en Condiciones Socio-Habitacionales Muy Desfavorables.



Fuente: elaboración propia.

Fotografías 4.4.1. Unidades Geocológicas en Condiciones Socio-Habitacionales Muy Desfavorables (barrios irregulares).



Fuente: elaboración propia.

Fotografías 4.4.2. Unidades Geocológicas en Condiciones Socio-Habitacionales Muy Desfavorables (barrios irregulares)

Detrás de Villa del Sur



Detrás de Estadio Morelos

2 de Marzo



San Isidro Itzicuaró

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 4.25. Resultados cuantitativos de las Condiciones Socio - Habitacionales (ICSH).

Rangos por Condiciones Socio-Habitacionales	Cant. Polígonos UGs	Categorías por Condiciones Socio-Habitacionales	Población total (% en relación a la población de ZMM)	Población femenina, ancianas y niñas (% del total)	Población masculina, ancianos y niños (% del total)	Superficie (% en relación al área total urbanizada o poblada)
3.655-4.233	36	Muy Desfavorable	54308 (6.6)	38559 (7)	36538 (7.1)	414.1 (29.4)
3.076-3.654	109	Desfavorable	83439 (10.1)	56990 (10.3)	55158 (10.7)	491.7 (34.9)
2.498-3.075	170	Poco Favorable	383807 (46.4)	257334 (46.6)	239043 (46.2)	338.4 (24)
2.082-2.497	110	Favorable a Poco Favorable	156237 (18.9)	103206 (18.7)	95009 (18.4)	56.9 (4)
1.545-2.081	85	Favorable	145424 (17.6)	94708 (17.1)	89562 (17.3)	97.3 (6.9)
0.592-1.544	52	Muy Favorable	3164 (0.4)	1966 (0.4)	1717 (0.3)	12.2 (0.9)
0	336	Sin Población o Datos No Confiables	0	0	0	0
Total	898		826379	552763	517027	1410.6

Fuente: Elaboración propia.

RESUMEN DEL CAPÍTULO

En resumen, la Zona Metropolitana de Morelia tiene una extensión territorial de 1934.6 km², de los cuales se encuentran ocupados por algún tipo de urbanización o población 1532.2 km². Al interior de esta superficie poblada o urbanizada, se obtuvo información para la evaluación de 18 indicadores e índices en un área de 1410.6 km², de la cual, como resultado, se consideran unidades que presentan Condiciones Muy Favorables a Favorables en una extensión del 7.8 % del total, en Condiciones Favorables a Poco Favorables se ubica el 28 % y en condiciones Desfavorable a Muy Desfavorable se incrementa un área representativa del 64 %. Sobre estas condiciones generales la población, de un total de 828154 tomada como referencia, es del 17.8 % bajo condiciones Muy Favorables a Favorables, el 64.5 % habita en Condiciones Favorables a Poco Favorables con tendencias a Poco Favorables y el 16.4 % se encuentra afectada por Condiciones Desfavorables a Muy Desfavorables, cabe destacar que en análisis de género, bajo estas condiciones de desfavorabilidad se encuentra una cantidad relativamente mayor de mujeres, ancianas y niñas, que de hombres en los mismos grupos etarios. A partir de la diferenciación de las Condiciones Socio-Habitacionales, mediante los indicadores e índices analizados, se considera que la mayor cantidad de población en la ZMM convive en Situación Favorable a Poco Favorable con tendencias a Poco Favorable y problemáticas sociales como analfabetismo, acceso a servicios básicos de salud y necesidades básicas en las viviendas.

CAPÍTULO V. EVALUACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE LOS COMPONENTES NATURALES Y LAS MODIFICACIONES ANTROPOGÉNICAS

De acuerdo a la zonificación urbanística, existen distintas zonas al interior del área metropolitana: Zona Urbana, Periurbana y Rural, la aplicación de los índices e indicadores diagnóstico se realizó teniendo en cuenta las características y el objetivo que se analiza en cada contexto de la Zona Metropolitana, es por ello que la aplicación de los indicadores e índices es diferenciada para cada Zona.

V.1. CARACTERIZACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE LOS COMPONENTES NATURALES Y LAS MODIFICACIONES ANTROPOGÉNICAS POR UNIDADES GEOECOLÓGICAS DE LA ZMM

V.1.1 Componente Vegetación

- **Índice de Importancia de las Zonas Verdes (IIZV)** (Zona Urbana, Periurbana y localidades rurales principales)

El indicador IIZV se obtuvo a partir de la interpretación de la imagen espacial SPOT6 del 2014. Se realiza la transferencia de la información vectorial de la cobertura vegetal caracterizada, mediante la herramienta *Intersect* del *Arcgis* 10.0; la unión se realizó bajo la relación de uno a muchos, debido a que una unidad geocológica puede contener una o varias áreas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante *Summarize* y se calculó el valor total de las variables en cada polígono. Ello permitió evaluar la Densidad de Áreas Verdes con respecto a la superficie de cada polígono y la Densidad de Áreas Verdes por Habitantes con respecto a la población total de cada unidad en la Zona Urbana y Periurbana, y localidades rurales principales seleccionadas de acuerdo a la cantidad de habitantes y que son reconocidas por el INEGI con la categoría de urbanas, para calcular el IIZV. Con estos datos se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Quantile*, para las unidades geocológicas según el Índice de Importancia de las Zonas Verdes por unidad geocológica, ver Matriz de Datos Originales de los Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas en Anexo 5.1 en Archivos Digitales en Excel.

El Índice de Importancia de las Zonas Verdes por unidad geoecológica en la Zona Urbana, Periurbana y localidades principales seleccionadas, se relaciona con 751642 habitantes en total, ello representa el 90.6 % de la población total de la Zona Metropolitana. El Índice de Importancia de las Zonas Verdes alcanza valores máximos de 81 %, en una sola unidad geoecológica periurbana, mientras que se presenta con mayor frecuencia valores por debajo de 1 % (Cuadro 5.1.a).

En el cuadro 5.1, se muestran las categorías del IIZV al interior de la ZMM en las Zonas seleccionadas. En la Zona Urbana predominan las unidades geoecológicas con la categoría muy baja, con el 53.2 % de población afectada por insuficiente áreas verdes y coincide con la superficie más grande en condiciones muy degradada del índice. En la Zona Periurbana, prevalecen UGs en la categoría baja, por el porcentaje de habitantes (44.7 %) con respecto a la población total de la Zona, sin embargo las unidades geoecológicas periurbanas con mayor extensión se encuentra en la categoría muy alta (57.7 % de superficie). En las Localidades Rurales Principales seleccionadas influyen las categorías alta en el 97.3 % de la población total del área, coincidente con las unidades de mayor extensión.

Cuadro 5.1. Distribución de la población y superficie por categorías del Índice de Importancia de las Zonas Verdes (IIZV) Zona Urbana, Periurbana y localidades rurales principales.

Categoría de IIZV	Población en ZU (% con relación al total de la ZU)	Superficie en ZU (% con relación al total de la ZU)	Población en ZP (% con relación al total de la ZP)	Superficie en ZP (% con relación al total de la ZU)	Población en LRP (% con relación al total de la ZR)	Superficie en LRP (% con relación al total de la ZU)
Muy Alta	24277 (3.9)	18.1 (17.2)	20856 (19.3)	81.8 (57.7)	17 (0.09)	0.7 (5.1)
Alta	68097 (10.9)	23.3 (22.1)	19614 (18.2)	27.8 (19.6)	16989 (97.3)	8.6 (63.2)
Media	63869 (10.2)	15.5 (14.7)	16202 (15)	6.3 (4.4)	14 (0.08)	0.1 (0.7)
Baja	136614 (21.8)	17 (16.1)	48227 (44.7)	24.98 (17.6)	438 (2.5)	4 (29.4)
Muy Baja	333405 (53.2)	31.4 (29.8)	3023 (2.8)	0.9 (0.6)	0	0.2 (1.5)
Total (% en relación a TOTAL de POB1 y Superficie (ZU+ZP+LRP))	626262 (83.3)	105.3 (40.4)	107922 (14.4)	141.8 (54.4)	17458 (2.3)	13.7 (5.3)

Población Total de ZU + ZP = 734184 habitantes, Población de 15 LRP = 17458 habitantes, TOTAL Población= 751642

Superficie de la ZU+ ZP = 247.1 km², Superficie de 15 LRP =13.7 km², TOTAL Superficie= 260.8

ZU: Zona Urbana ZP: Zona Periurbana LRP: Localidades Rurales Principales

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al cuadro 5.1, en la Zona Urbana se localiza el 83.3 % de la población con más afectaciones por insuficiente vegetación de acuerdo al IIZV. No obstante, en la Zona Periurbana se concentran las unidades con mayor extensión (57.7 %) en la categoría muy alta de acuerdo a la superficie que abarcan, sin embargo por la Importancia de las Zonas Verdes para la población el rango IIZV se encuentra por debajo del admisible (9m²). Las Localidades Rurales Principales seleccionadas con respecto a las Zonas Urbanas y Periurbanas presentan valores muy bajos de la importancia de las áreas verdes por habitantes sin embargo al interior de estas localidades se concentran los valores óptimos del Índice de Importancia de las Zonas Verdes.

En el cuadro 5.1.a, se observan los porcentos de población y superficie que ocupan las UGs en cada categoría de IIZV. Si observamos la población en cada categoría, encontramos que la mayor cantidad de personas relacionadas con este índice se encuentra en la categoría muy baja y baja con el 70 % en total, y se concentran en una superficie del 30 % de las Zonas donde se aplica; esto indica que más de la mitad de la población urbana y periurbana habita en espacios con pocas áreas verdes y por tanto sin beneficios para la salud y el ambiente. En la categoría muy alta y alta del índice de Importancia de las Zonas Verdes se encuentra solo el 20 % de los habitantes, que se distribuyen en el 61.5 % de la superficie urbana, periurbana y localidades rurales principales seleccionadas, por lo que es muy bajo el porcentaje de habitantes que dispone de áreas verdes significativas en su entorno.

Cuadro 5.1.a. Categorías del Índice de Importancia de las Zonas Verdes (IIZV) en las unidades geocológicas de la Zona Urbana, Periurbana y Localidades Rurales Principales seleccionadas

Categorías del indicador según IIZV en las UGs	Según IIZV en cada UG	Población total por categorías del IIZV (% en relación a TOTAL de POB1 (ZU+ZP+LRP))	Área de las UGs Km² (% en relación a TOTAL de Superficie (ZU+ZP+LRP))
Muy Alta	15.15 - 81.05	45150 (6.0)	100.7(38.6)
Alta	6.89 - 15.14	104700 (13.9)	59.8(22.9)
Media	2.79 - 6.88	80085 (10.7)	22.0 (8.4)
Baja	0.85 - 2.78	185020 (24.6)	45.8(17.6)
Muy Baja	0.01 - 0.84	336687 (44.8)	32.5 (12.5)
Total		751642	260.8

Población TOTAL de ZU + ZP +LRP = 751642 habitantes, Superficie TOTAL de la ZU + ZP + LRP = 260.8 km²

ZU: Zona Urbana ZP: Zona Periurbana LRP: Localidades Rurales Principales

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 5.1.b, se muestran las categorías del Índice de Importancia de las Zonas Verdes relacionadas con variables demográficas y sociales seleccionadas, de esta manera se analiza la importancia de la existencia de zonas verdes desde otras perspectivas.

Cuadro 5.1.b. Población en las Categorías del IIZV y con relación a variables socio-demográficas seleccionadas (Cantidad de habitantes y viviendas y % con respecto al total).

Categorías de IIZV	POB8 (Población/%)	POB24 (Población/%)	DISC1 (Población/%)	SALUD2 (Población/%)	VIVO (Viviendas/%)
Muy Alta	13328 (6.9)	1466 (3.7)	1146 (5.2)	15584 (6)	15851 (5.8)
Alta	31145 (16.2)	3993 (10)	2534 (11.6)	41068 (34.7)	32681 (12)
Media	23036 (12)	2745 (6.9)	1998 (9.1)	25822 (21.8)	30705 (11.3)
Baja	51876(27)	5131 (12.9)	3917 (17.9)	60035 (23)	78831 (29)
Muy Baja	72627 (37.8)	26512(66.5)	12273 (56.1)	118223 (45.3)	114123(41.9)
Total	192012	39847	21868	260732	272191

Personas de 0 a 14 años de edad. = POB8, Personas de 65 a 130 años de edad = POB24, Población con discapacidad = DISC1, Población sin derechohabencia a servicios de salud = SALUD2, Total de Viviendas = VIVO

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 5.1.b, de acuerdo a las categorías del IIZV, la mayor cantidad de población infantil relacionada con el índice se localiza entre las categorías baja y muy baja, con el 27 y 38 % respectivamente; la población envejecida presenta los mayores valores de población con muy baja y baja importancia en un 80 %; la mayor cantidad de población discapacitada se expone a baja y muy baja importancia de las zonas verdes en un 74 %; los habitantes que no tienen acceso a los servicios médicos se localizan en UGs urbanas y periurbanas con valores bajos y muy bajos del IIZV con el 45.3 % y la mayoría de las viviendas, 29 y 42 %, se ubican en las categorías muy baja y baja importancia respectivamente, de acuerdo a la relación de áreas verdes.

La distribución de las UGs por categorías de IIZV en la ZMM se muestra en el Mapa 5.1. En la Zona Urbana del área Metropolitana predominan las unidades geocológicas en las categorías muy baja y se concentran al interior del centro histórico y alrededores. En la Zona Periurbana, predominan UGs, por su distribución, en la categoría muy alta en su generalidad, a excepción de algunos fraccionamientos como es el caso de Villa Magna, La Hacienda, Villas del Pedregal y Misión del Valle que presentan valores bajos del índice debido a muy poca existencia de áreas verdes o insuficientes ante grandes extensiones de área urbanizada y en algunos casos asociado a viviendas de bajo costo.

En la categoría muy alta del Índice de Importancia de las Zonas Verdes las unidades más representativas son; UGs 212-10, 23-1 y 208-7 en las colonias Infonavit Las Camelinas, Hombres Ilustres de Michoacán y la localidad El Cuitzillo Grande. En la categoría alta encontramos las UGs; 205-41, 37-4 y 243-2, en la colonia Hermanos López Rayón, Fraccionamiento San Lorenzo, Fraccionamiento Huertos de Atapaneo. En la categoría media, las unidades más representativas son UGs; 37-6, 101-9 y 254-4 en las colonias La Calera, Rey Tariacuri (eucaliptos), Fraccionamiento Erandeni I, II y IV. Entre las principales unidades en la categoría baja se encuentran las UGs; 163-5, 37-7y 172-6, en las colonias arboledas de Valladolid, Hospital Fraccionamiento-Residencial Bosques, Fraccionamiento-Trojes de Izcalon. En la categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 111-4, 163-5 y 172-6 en las colonias Josefa Ortiz de Domínguez, Rincón Bugambilias, Nueva Valladolid, ver Matriz de Datos Índices de los Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas en Anexo 5.2 en Archivos Digitales en Excel.

En resumen, el Índice de Importancia de las Zonas Verdes por habitantes evaluado para la Zona Urbana, Periurbana y localidades principales, tiene un porcentaje muy bajo en la Zona Urbana, en particular, al interior de las unidades en el Centro Histórico y alrededores, ello indica que la contribución de la vegetación en esta Zona no es suficiente para la regulación de la temperatura, no tienen la capacidad de capturar partículas de carbono y filtrar el aire, entre otros. Se observa hacia la Zona Periurbana el predominio de valores altos del índice. Las Localidades Rurales seleccionadas presentan en su mayoría, porcentajes altos de suficientes áreas verdes por habitantes. En general los valores más frecuentes del índice de Importancia de las Zonas Verdes en las unidades seleccionadas se encuentran por debajo de los 2 m² de área por habitantes, ver Mapa 5.1. Índice de Importancia de las Zonas Verdes (IIZV) en porcentajes de la Zona Urbana y Periurbana y Localidades rurales principales en sección de Referencias Cartográficas.

Mapa 5.1. Índice de Importancia de las Zonas Verdes (IIZV) en porcentajes de la Zona Urbana y Periurbana y Localidades rurales principales.

- **Índice de Transformación de la Cobertura Vegetal Natural (ITCVN) (Zona Rural)**

El indicador ITCVN se obtuvo a partir de la transferencia de los datos del mapa de Uso de suelo y Cobertura Vegetal, de la Serie V (2011-2013), seleccionando solamente la cobertura

vegetal primaria y con leves modificaciones (semi-natural), por cada polígono de las unidades geocológicas en la Zona Rural, mediante la herramienta *Intersect* del *Arcgis 10.0*; la unión se realizó bajo la relación de uno a muchos, debido a que una unidad geocológica puede contener una o varias áreas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante *Summarize* y se genera el valor total de las variables de Cobertura Vegetal Natural en cada polígono. Ello permitió calcular el área total de los tipos de vegetación natural de cada polígono de UGs en la Zona Rural, para calcular el ITCVN. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Natural Breaks*, según el Índice de Transformación de la Cobertura Vegetal Natural por unidad geocológica, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 5.1 en Archivos Digitales en Excel.

El Índice de Transformación de la Cobertura Vegetal Natural por unidad geocológica en la Zona Rural, se relaciona con un total de 95030 habitantes lo que representa el 11.5 % de la población total de la Zona Metropolitana. El índice de Transformación de la Cobertura Vegetal Natural presenta un valor del 10 % para toda la Zona Rural. Sin embargo el índice (ITCVN) alcanza valores máximos del 30 % en algunas unidades geocológicas, (Cuadro 5.2).

Cuadro 5.2. Categorías del Índice de Transformación de la Cobertura Vegetal Natural (ITCVN) en las unidades geocológicas de la Zona Rural.

Categorías de ITCVN por UGs	Según ITCVN en cada UG	Población total por categorías del ITCVN (Cantidad /% con respecto al total relacionado con el indicador)	Área de las UGs Km² (% en relación a TOTAL de Superficie relacionada con el indicador)
Muy Alta	22.71 - 30.00	3828 (8.6)	129.6 (8.4)
Alta	12.59 - 20.70	7775 (17.4)	568.4(36.9)
Media	7.11 - 12.58	7142 (16)	393.5(21.4)
Baja	2.47 - 7.10	9395 (21)	152.8(25.5)
Muy Baja	0.01 - 2.46	16616 (37.1)	119.4(7.7)
Total (% en relación a TOTAL de POB1 y Superficie (ZR))	---	44756 (47.1)	1363.7 (80.8)
UGs sin cobertura vegetal natural	0	50274 (52.9)	323.8 (19.2)

Superficie de la Zona Rural = 1687.5 km², Población Total de Zona Rural = 95030 habitantes

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 5.2, se observan los porcentos de población y superficie que ocupan las UGs por cada categoría de ITCVN. Si observamos la población en cada categoría, encontramos

que el mayor porcentaje de los habitantes residen en UGs con categoría muy baja de Transformación de la Cobertura Vegetal Natural, con el 37.1 %, y se localiza en una superficie de 7.7 % de la ZMM; esta población se favorece de los beneficios que la vegetación natural aporta al ambiente ya que los niveles de transformación son muy bajos. En las categorías muy alta y alta del indicador habita el 26 % de la población, que se distribuye en el 45.3 % de esta superficie en la Zona Rural, en estas unidades existe poca población, no obstante, constituyen la mayor cantidad de unidades con altos grados de Transformación de la Cobertura Vegetal, ello se relaciona con usos agrícolas y pecuarios. El 19.2 % de la Zona Rural no tiene Cobertura Vegetal Natural, mientras que 37 % de su superficie se encuentra en la categoría alta del indicador, que sumado al 8.4 % de superficie que ocupa la categoría alta, muestran que un 45 % de la superficie de esta Zona tiene alta Transformación de su Cobertura Natural; ello se debe al incremento de deforestación por aumento de las actividades productivas, en particular la agricultura y la ganadería y en menor grado a la expansión de las áreas urbanas.

En el cálculo de este indicador existen superficies de unidades geocológicas sin vegetación natural o seminatural con modificaciones consideradas para el cálculo, al interior de la Zona Rural, con un total de 323.8 km² lo que representa el 21.7 % de la ZMM.

En el cuadro 5.2.a, se muestran las categorías del Índice de Transformación de la Cobertura Vegetal Natural o Seminatural vinculadas con variables educativas y económicas seleccionadas, con ello se analiza el nivel de transformación de la vegetación desde su relación con otros indicadores de influencia social y económica.

Cuadro 5.2.a Población en las Categorías del ITCVN y con relación a variables demográficas y socio-económicas seleccionadas al interior de la Zona Rural (Cantidad de habitantes, viviendas y % con respecto al total en el indicador).

Categorías de ITCVN	NEAI (Población/%)	TAE (Población/%)	VIVO (Viviendas/%)
Muy Alta	664 (7.4)	1228 (8.5)	1137 (8)
Alta	1600 (17.8)	2233 (15.4)	2783 (19.7)
Media	1305 (14.5)	2164 (14.9)	2223 (15.7)
Baja	1616 (18)	3458 (23.8)	2985 (21.1)
Muy Baja	3798 (42.3)	5424 (37.4)	5019 (35.5)
Total	8983	14507	14147

Población de 15 años y más con educación básica completa =EDU37, Población de 15 años y más con educación pos-básica=EDU40 NEAI, Población económicamente activa ocupada = ECO4, Total de Viviendas= VIVO

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 5.2.a, el mayor % de población (42.3 %) con el mejor nivel de escolaridad, y el mayor % de viviendas de la Zona Rural, se localiza en la categoría muy baja del índice (ITCVN), es decir donde hay menos Transformación de la Vegetación Natural; la Tasa de Actividad Económica es mayor en la categoría muy baja y baja del índice de Transformación de la Vegetación Natural con el 37.4 y 23.8 % respectivamente, es decir, donde hay más personas ocupadas hay menos degradación de la vegetación natural. La actividad económica alta, muy relacionada con el nivel de escolaridad alto, muestran un mejor control y manejo adecuado de la Cobertura Vegetal Natural y Seminatural de estas unidades.

La distribución de las UGs por categorías de los niveles de Transformación de la Vegetación en la ZMM se muestra en el Mapa 5.2. Sólo se muestran las UGs que corresponden con la Zona Rural, en las cuáles se aprecia concentración de UGs con categoría media al sur del centro urbano, dos grandes unidades con muy altos valores de transformación, y las unidades con categoría alta, baja y muy baja se encuentran dispersas en toda la zona.

En la categoría muy alta del Índice de Transformación de la Cobertura Vegetal Natural las unidades más representativas son; UGs 70-2, 16-2 y 70-1 en la localidad Fraccionamiento de la Luz. En la categoría alta encontramos las UGs; 145-3, 2-2 y 87, en la localidad rural Joyitas. En la categoría media las unidades más representativas son UGs; 100-2, 84-1 y 92-2 en la localidad San Felipe, Biricuaran, Las Majadas. Entre las principales unidades en la categoría baja se muestran las UGs; 98, 137-3 y 264-1, en las localidades rurales El Laurelito (La Izama), El Laurel, Cuanajillo Grande. En la categoría muy baja, las principales unidades son; UGs 256-1, 268-2 y 266-4 en la localidad Barrio del Prendimiento, Parastaco, Río Bello (el campamento), ver Matriz de Datos Índices en Anexo 5.2 en Archivos Digitales en Excel.

En resumen, la Transformación de la Cobertura Vegetal Natural en la Zona Rural está ausente o en algunas unidades geocológicas tiene porcentajes muy altos de superficie transformada los cuales se relacionan con poca población y deforestación para ser utilizadas en actividades agropecuarias, sin embargo, en aquellas unidades donde hay baja transformación, se encuentra el mayor número de viviendas, en las que habitan el mayor número de pobladores, con la mayor tasa de actividad económica, ver Mapa 5.2. Índice de Transformación de la

Cobertura Vegetal Natural (ITCVN) en la Zona Rural en sección de Referencias Cartográficas.

Mapa 5.2. Índice de Transformación de la Cobertura Vegetal Natural (ITCVN) en la Zona Rural.

- Índice de Antropización de la Cobertura Superficial (IACS) (Zona Metropolitana)

El indicador IACS se obtuvo a partir de la transferencia de los datos del mapa de Uso de suelo y Cobertura Vegetal, de la Serie V (2011-2013), por cada polígono de las unidades geocológicas en la ZMM, mediante la herramienta *Intersect* del Arcgis 10.0; la unión se realizó bajo la relación de uno a muchos, debido a que una unidad geocológica puede contener una o varias áreas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante *Summarize*, luego se generó el valor total de la multiplicación del coeficiente por el grado de transformación de Cobertura Inducida por superficie en cada polígono. Ello permitió calcular el área total de los tipos de vegetación inducida y los elementos antropogénicos en las UGs en la ZMM. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Natural Breaks*, según el Índice de Antropización de la Cobertura Superficial (IACS), ver Matriz de Datos Originales en Anexo 5.1 en Archivos Digitales en Excel.

El Índice de Antropización de la Cobertura Superficial en la ZMM, se relacionan con un total de 828394 habitantes lo que representa el 99.9 % de la población total de la misma. El índice de Antropización de la Cobertura Superficial para la Zona Metropolitana es de 37 %. El IACS alcanza valores máximos del 99 % en algunas unidades geocológicas (Cuadro 5.3.a).

En el cuadro 5.3, se muestran las categorías del IACS al interior de la ZMM, la población que les habita y la superficie que ocupan con relación a los totales de cada Zona. En la Zona Urbana predominan las unidades geocológicas con la categoría muy alta de antropización, en las que habitan el 90.1 % de la población y ocupan el 75 % de la superficie de esta Zona. En la Zona Periurbana, prevalece la población en las UGs en las categorías altas y muy altas de antropización con un 45 % de habitantes los cuales viven en el 19 % de la superficie de la misma. En la Zona Rural habitan en total el 40 % de la población en las categorías muy alta y alta, y en la categoría media de antropización el 35 %, en tan solo el 26 % de la superficie

de esta Zona, mientras el 25 % de la población habita en unidades geocológicas en las categorías bajas y muy bajas de antropización, que hacen casi el 74 % de la superficie de esta Zona.

Cuadro 5.3. Distribución de la población y superficie por categorías del Índice Antropización de la Cobertura Superficial (IACS) al interior de la ZMM.

Categoría de IACS	Población en ZU (% con relación al total de la ZU)	Superficie en ZU (% con relación al total de la ZU)	Población en ZP (% con relación al total de la ZP)	Superficie en ZP (% con relación al total de la ZU)	Población en ZR (% con relación al total de la ZR)	Superficie en ZR (% con relación al total de la ZU)
Muy Alta	564501 (90.1)	78.9 (75)	17597 (16.3)	14.5 (10.2)	11809 (12.5)	6.1 (0.4)
Alta	52824 (8.4)	17.5 (16.6)	31218 (29)	12.4 (8.7)	25718 (27.3)	12.1 (0.7)
Media	8471 (1.4)	8.3 (7.9)	25444 (23.6)	50.1 (35.2)	33587 (35.6)	419.5 (24.9)
Baja	649 (0.1)	0.5 (0.48)	7357 (6.8)	41 (28.8)	16262 (17.2)	448.1 (26.6)
Muy Baja	0	0.01 (0.01)	26054 (24.2)	24.3 (17.1)	6903 (7.3)	798.4 (47.4)
Total (% en relación a POB1 y Superficie en la ZMM)	626445 (75.5)	105.2 (5.4)	107670 (13)	142.3 (7.4)	94279 (11.4)	1684.2 (87.1)

Población Total de ZMM = 829366 habitantes, Superficie de la ZMM = 1934.6 km²

ZU: Zona Urbana, ZP: Zona Periurbana, ZR: Localidades Rurales Principales

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 5.3.a, se observan los porcentos de población y superficie que ocupan las UGs en cada categoría de IACS en la ZMM. Si observamos la población en cada categoría, apreciamos que el mayor porcentaje se encuentra en la categoría muy alta y alta con el 71.6 % en total, y se concentra en una superficie del 5.2 %, esto coincide con el área que ocupa el centro urbano principal de la ZMM, y es por ello que se evidencia la influencia de la acción antrópica sobre la cobertura superficial terrestre. En la categoría baja, se encuentra solamente el 2.9 % de la población, distribuida en el 25.3 % del área metropolitana, en este caso se observa que son zonas poco pobladas donde la antropización ocurre esencialmente por uso pecuario, de la agricultura temporal y muy poca por urbanización. En la categoría media se localizan el 8.7 % de la población total de la Zona Metropolitana en una extensión del 24.7 % de la superficie total de la misma, en este rango es significativo que coincide con las áreas de uso extensivo de la agricultura permanente.

Cuadro 5.3.a Categorías del Índice de Antropización de la Cobertura Superficial (IACS) en las unidades geocológicas de la ZMM.

Categorías del indicador según IACS en las UGs	Según IACS por UGs	Población total por categorías del IACS (Cantidad /% con respecto al total relacionado con el indicador)	Área de las UGs Km² (% en relación a TOTAL de Superficie relacionada con el indicador)
Muy Alta	85.89 – 99.00	593907 (71.6)	99.6(5.2)
Alta	77.08 – 85.88	109760 (13.2)	41.9 (2.2)
Media	57.58 – 77.07	67502 (8.1)	478(24.7)
Baja	25.74 – 57.57	24268 (2.9)	489.5 (25.3)
Muy Baja	0.01 –25.73	32957 (4)	822.7 (42.6)
Total (% en relación a POB1 y superficie total de la ZMM)		828394 (99.9)	1931.7 (99.9)
UGs sin información (% en relación a POB1 y superficie total de la ZMM)	-----	972 (0.1)	2.9 (0.1)

Superficie de la ZMM= 1934.6 km², Población POB1 de ZMM = 829366 habitantes en total

Fuente: Elaboración propia.

En el cálculo de este índice existen superficies muy pequeñas de unidades geocológicas sin información, con un total de 2.9 km² lo que representa el 0.1 % de la ZMM, estas unidades en su mayoría presentan vegetación natural y semi-natural.

En el cuadro 5.3.b, se muestran las categorías del Índice de Antropización de la Cobertura Superficial al interior de la ZMM, relacionadas con variables educacionales y socio-económicas seleccionadas, con ello se analizan aspectos de la situación social y económica sobre la antropización o transformación de la cobertura superficial.

Cuadro 5.3.b. Población en las Categorías del IACS en relación a variables socio-económicas seleccionadas en la ZMM.

Categorías de IACS	EDU37+EDU40 (Población /%)	ECO4 (Población /%)	VIVO (Viviendas /%)
Muy Alta	288621 (77.8)	240159 (74.1)	197093 (66.3)
Alta	41077 (11.1)	39054 (12)	43180 (14.5)
Media	20328 (5.5)	23833 (7.3)	27214 (9.2)
Baja	5954 (1.6)	7698 (2.4)	9218 (3.1)
Muy Baja	14784 (4)	13535 (4.2)	20485 (6.9)
Total	370764	324279	297190

Población de 15 años y más con educación básica completa=EDU37, Población de 15 años y más con educación pos-básica=EDU40, Población económicamente activa ocupada = ECO4, Total de Viviendas= VIVO

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 5.3.b, el número de pobladores con altos niveles de escolaridad (77.8 %) se concentran en las UGs de la categoría muy alta de antropización (también el mayor número total de pobladores de la ZMM), la cual coincide con el total de viviendas 66.3 %, estos indicadores muestran el flujo constante de transformación de la cobertura superficial en función de las necesidades económicas en aumento.

La distribución de las UGs por categorías de IACS en la ZMM se muestra en el Mapa 5.3. Se observa que las unidades geocológicas, principalmente urbanas, consolidadas, coinciden con la categoría muy alta de antropización de la cobertura superficial. Le siguen unidades con tipo de uso de agricultura, principalmente con categoría media, hacia el periurbano y relacionadas con carreteras que constituyen corredores y en menor medida se encuentran las unidades con vegetación inducida, principalmente en la Zona Rural, las cuales se relacionan a categorías bajas y muy bajas.

En la categoría muy alta del Índice de Antropización de la Cobertura Superficial las unidades más representativas son; UGs 117-6, 218-17 y 236-4 en la localidad Lomas de la Huerta, Nueva Valladolid, Ampl. Isaac Arriaga. En la categoría alta encontramos las UGs; 208-2, 106-1, 208-9 en la localidad rural El Pino (El Pino Cuate), Pablo Galeana, El Pedregal. En la categoría media las unidades más representativas son UGs; 266-4, 102-8 y 123-2 en la localidad La Morita. Entre las principales unidades en la categoría baja se encuentra UGs; 57, 21 y 7-1, en las localidades El Pino (El Pino Cuate), La Herradura (Antiguo Camino Real). En el otro extremo, categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 66-3, 94-1 y 83-2 en la colonia La Mina, ver Matriz de Datos Índices en Anexo 5.2 en Archivos Digitales en Excel.

En resumen, el valor del índice de la Antropización de la Cobertura Superficial, analizado para toda la Zona Metropolitana es alto. Se observa que en las tres Zonas hay una correlación entre el número de habitantes y los niveles de antropización de la cobertura superficial en las unidades geocológicas, sin embargo el mayor porcentaje de la superficie muy antropizada, como es común, ocurre en la Zona Urbana debido al proceso de urbanización. Las unidades con categoría baja de antropización son poco pobladas donde este proceso ocurre esencialmente por uso pecuario y en agricultura temporal, y en bajo grado por urbanización. En la Zona Rural las UGs con alta transformación, se relacionan con el uso intensivo de la

agricultura principalmente de tipo de riego y semipermanente, ver Mapa 5.3. Índice de Antropización de la Cobertura Superficial (IACS) en la ZMM en sección de Referencias Cartográficas.

Mapa 5.3. Índice de Antropización de la Cobertura Superficial (IACS) en la ZMM.

V.1.2. Componente Suelo

- Índice de Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre (DPSCT) (Zona Metropolitana)

El indicador DPSCT se obtuvo a partir de la transferencia de los datos interpretados de la tipología de la cobertura y uso del suelo desde la imagen satelital SPOT6 del 2014, hacia los polígonos de las unidades geoecológicas en la ZMM, se multiplicó el área del tipo de cobertura del suelo de la Zona Metropolitana en cada polígono por el factor de permeabilidad del suelo (ver cuadro 2.4 en la metodología cap. II) y posteriormente se divide por el área total de la unidad físico geográfica que integra las diferentes unidades geoecológicas. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Natural Breaks*, según los valores del Índice de Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre en el área Metropolitana por unidad geoecológica, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 5.1 en Archivos Digitales en Excel. Se tomó en cuenta para el cálculo del índice el área en Km² de las Unidades Físico-Geográficas que conforman el territorio de la ZMM, ver cuadro 5.4.1

El Índice de Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre por unidad geoecológica en la ZMM, se relaciona con un total de 829366 habitantes, lo que representa el 100 % de la población en el área Metropolitana. La Degradación de la Permeabilidad (DPSCT) presenta un valor de 90 %, esto indica muy baja degradación por permeabilidad en general para toda la ZMM, y alcanza valores máximos del 99 % en algunas unidades geoecológicas, (Cuadro 5.4.a).

Cuadro 5.4.1 Superficie de los polígonos de las Unidades Físico-Geográficas (km²) de la ZMM.

Ia 149.9	Ih 60.5	Iie 36.2	IIIb 9.8	II 103.8
Ib 13.8	Ii 67.2	IIf 3.9	IIIc 29.6	IVa 152.3
Ic 3.5	Ij 12.4	Ilg 6.1	IIIId 138.9	IVb 18
Id 19.7	Ila 179.6	Iih 9.5	IIIe 48.9	IVc 25.7
Ie 14.9	Iib 27.8	Iii 197.7	IIIf 82.7	IVd 62.3
If 6.1	Iic 29.5	Iij 3	IIIc 29.6	IVe 27.7
Ig 28.6	IId 193.1	IIIa 106	Ik 63.1	

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 5.4, se muestran las categorías del DPSCT al interior de la ZMM. En la Zona Urbana prevalecen las unidades geocológicas con la categoría muy alta, con el 99.6 % y coincide con una extensión de 97.7 % de toda la Zona Urbana, se corresponde con las áreas que están consolidadas con la urbanización. En la Zona Periurbana, predominan UGs en la categoría muy alta del indicador, en estas unidades habita el 98 % de la población el periurbano y se distribuyen en el 53 % de su superficie, ello evidencia la constante urbanización que absorbe las áreas de la periferia. En la Zona Rural se observa también un fuerte predominio de la población, 78 %, en la categoría muy alta y coincide tan sólo con el 6.7 %, de su superficie, lo que se corresponden con pequeñas localidades rurales, en las que si bien la urbanización no está consolidada, se realizan varias modificaciones a la cobertura superficial por la actividad antropogénica.

Cuadro 5.4. Distribución de la población y superficie por categorías del Índice de Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre (DPSCT) al interior de la ZMM.

Categoría de DPSCT	Población en ZU (% con relación al total de la ZU)	Superficie en ZU (% con relación al total de la ZU)	Población en ZP (% con relación al total de la ZP)	Superficie en ZP (% con relación al total de la ZU)	Población en ZR (% con relación al total de la ZR)	Superficie en ZR (% con relación al total de la ZU)
Muy Alta	623981 (99.6)	102.8 (97.7)	105753 (98)	75.4 (52.8)	74125 (78)	113.4 (6.7)
Alta	2464 (0.4)	2.4 (2.3)	1449 (1.3)	42.8 (30)	5852 (6.2)	310.8 (18.4)
Media	0	0	705 (0.7)	15 (10.5)	4878 (5.1)	580.1 (34.4)
Baja	0	0	0	0	4865 (5.1)	468.9 (27.8)
Muy Baja	0	0	3 (0.003)	9.5 (6.7)	5291 (5.6)	213.5 (12.7)
Total	626445	105.2	107910	142.7	95011	1686.7

Población Total de ZMM = 829366 habitantes, Superficie de la ZMM = 1934.6 km²

ZU: Zona Urbana, ZP: Zona Periurbana, ZR: Localidades Rurales Principales

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 5.4.a, se observan los porcentos de población y superficie que ocupan las UGs en cada categoría de la DPSCT. Así, encontramos que el mayor porcentaje de los habitantes, el 97 %, reside en UGs con categoría de muy alta Degradación de la Permeabilidad y se concentra en una superficie del 16 % (314 km²) de la ZMM. Las categorías con valores bajos y muy bajos del índice, incluyen tan sólo el 1 % de la población total de la Zona Metropolitana. Así, el mayor porcentaje de población habita en unidades geocológicas que han provocado un alto grado de degradación del suelo superficial por impermeabilidad debido a la fuerte transformación de la cobertura del suelo.

Cuadro 5.4.a. Categorías del índice de Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre (DPSCT) en las unidades geocológicas de la ZMM.

Categorías del indicador según DPSCT en las UGs	Según DPSCT en cada UG	Población total por categorías de la DPSCT (Cantidad /% con respecto al total relacionado con el indicador)	Área de las UGs Km² (% en relación a TOTAL de Superficie relacionada con el indicador)
Muy Alta	0.01 – 3.89	803859 (96.9)	314 (16)
Alta	3.90 – 14.89	9765 (1.2)	356 (18.4)
Media	14.90 – 35.38	5583 (0.7)	572.8 (29.6)
Baja	35.39 – 71.21	4865 (0.6)	468.9 (24.2)
Muy Baja	71.22 – 99.89	5294 (0.6)	222.9 (11.5)
Total		829366	1934.6

Superficie de la ZMM= 1934.6 km², Población POB1 de ZMM = 829366 habitantes en total

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 5.4.b, se muestran las categorías del Índice de Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre al interior de la ZMM, en relación con variables demográficas, sociales y físico-naturales seleccionadas, con ello se analiza la influencia social y la relación de otros indicadores físico-naturales con la cobertura del suelo.

Cuadro 5.4.b. Porcentajes en las Categorías del DPSCT y su relación con variables seleccionadas al interior de la ZMM.

Categorías de DPSCT	DP (Categorías/valor del índice más frecuente en el rango)	IACS (Categorías/valor del índice más frecuente en el rango)
Muy Alta	Alta (9)	Media (76)
Alta	Baja (0.7)	Baja (46)
Media	Baja (0.34)	Baja (38.2)
Baja	Muy Baja (0.3)	Baja (35.3)
Muy Baja	Muy Baja (0.5)	Baja (29.6)
Valor máximo en cada índice	330	99

Densidad de Población=DP, Índice de Importancia de las Zonas Verdes= IIZV, Índice de Transformación de la Cobertura Vegetal Natural = ITCVN, Índice de Antropización de la Cobertura Superficial = IACS

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 5.4.b, la densidad de población con frecuencia alta se presenta en la categoría muy alta del índice DPSCT, lo que indica la presión demográfica sobre la transformación del suelo; el valor más frecuente de la categoría media del índice de Antropización de la Cobertura Superficial, coincide en las unidades con degradación y transformación del suelo superficial con valores muy altos, evidencia de la correspondencia entre la degradación del suelo y la antropización de la cobertura superficial.

La distribución espacial de las UGs por categorías de DPSCT en la ZMM se muestra en el Mapa 5.4. Se observa que las unidades geocológicas con algún tipo de urbanización y de asentamientos humanos coinciden con el grado de transformación de la cobertura del suelo muy alto, ubicadas en el centro urbano del área Metropolitana. Las unidades con categorías del nivel de transformación de baja a muy baja, reflejan condiciones de buena permeabilidad y naturalidad del suelo.

En la categoría muy alta, del Índice de la Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre las unidades más representativas son; UGs 267-3, 156-6 y 94-2 en la colonia Barrio de Dolores y en las localidades Puente Irapeo, Buenavista. En la categoría alta encontramos las UGs; 173-3, 157 y 94-3 en la localidad rural La Cofradía y la colonia Benito Juárez Infonavit. En la categoría media las unidades más representativas son UGs; 93-2, 139-2 y 156-5 en las localidades Agua Fría, El Arenal, La Palmita (La Trampa). Entre las principales unidades en la categoría baja se encuentran las UGs; 99, 100-2 y 100-1, en las localidades El Columpio, San Felipe, Los Cimientos. En la categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 21, 96 y 203 en las localidades Cañada del Herrero

Agua Zarca, La Herradura (Antiguo Camino Real), ver Matriz de Datos Índices en Anexo 5.2 en Archivos Digitales en Excel.

En resumen, la Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre, evaluada para toda la Zona Metropolitana, muestra mayor porcentaje de degradación en todas las UGs de la Zona Urbana, en la Zona Periurbana predominan valores de porcentajes altos y en la Zona Rural se observan valores medios de degradación y muy alta degradación en las unidades de localidades rurales, ver Mapa 5.4. Índice de Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre (DPSCT) en la ZMM en sección de Referencias Cartográficas.

Mapa 5.4. Índice de Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre (DPSCT) en la ZMM.

- Degradación del Suelo (DS) (Zona Metropolitana)

El indicador DS se obtuvo a partir de la transferencia de los datos del Mapa de Degradación del Suelo en la República Mexicana (SEMARNAT, 2012) a escala 1: 250 000, por cada polígono de las unidades geocológicas en la Zona Metropolitana, mediante la herramienta *Intersect* del Arcgis 10.0; la unión se realizó bajo la relación de uno a muchos, debido a que una unidad geocológica puede contener una o varias áreas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante *Summarize* y las categorías del Mapa de degradación de los suelos oficial, para tener en cuenta la combinación de los polígonos al interior de dichas unidades. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Natural Breaks*, según la Degradación del Suelo (DS) en la Zona Metropolitana, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 5.1 en Archivos Digitales en Excel. La Degradación del Suelo por unidad geocológica en la Zona Metropolitana, se relaciona con un total de 769521 habitantes lo que representa el 93 % de la población total de la misma. Si evaluamos en general la Degradación del Suelo, el grado más frecuente de degradación es 1, por lo que en el área Metropolitana es muy baja la degradación, no obstante alcanza valores extremos de degradación con valor de 5 en algunas unidades geocológicas asociado directamente con las áreas urbanizadas, (Cuadro 5.5.a).

En el cuadro 5.5, se muestran las categorías del DS al interior de la ZMM. En la Zona Urbana predominan las unidades geocológicas en la categoría muy alta, con el 40.3 % de población,

debido a la consolidación de la infraestructura urbana y con ello la degradación del suelo, esta se distribuye en una extensión de 33.2 %. En la Zona Periurbana, el porcentaje de población máximo, 52.7 y 38.4 % respectivamente, se encuentran las categorías muy baja y baja de la degradación del suelo, en unidades que constituyen más del 90 % de las áreas periurbanas. En la Zona Rural prevalecen porcentajes de población y superficie en la categoría muy baja con el 53.1 y 48.4 % respectivamente, cabe señalar que en esta zona existen un conjunto de unidades que no fueron evaluadas por no existir información.

Cuadro 5.5. Distribución de la población y superficie por categorías del Índice de la Degradación del Suelo (DS) al interior de la ZMM.

Categoría de DS	Población en ZU (% con relación al total de la ZU)	Superficie en ZU (% con relación al total de la ZU)	Población en ZP (% con relación al total de la ZP)	Superficie en ZP (% con relación al total de la ZU)	Población en ZR (% con relación al total de la ZR)	Superficie en ZR (% con relación al total de la ZU)
Muy Alta	238253 (40.3)	33.3 (33.2)	657 (0.6)	0.7 (0.6)	0	0
Alta	173265 (29.3)	22.7 (22.6)	883 (0.8)	2.3 (1.8)	18 (0.02)	14.5 (1.4)
Media	5867 (1)	4.3 (4.3)	7888 (7.5)	6.9 (5.5)	13618 (18.9)	109.6 (10.8)
Baja	49472 (8.4)	9.6 (9.6)	40566 (38.4)	55.3 (44.6)	20254 (28.1)	401.8 (39.5)
Muy Baja	124838 (21)	30.5 (30.4)	55629 (52.7)	59.2 (47.6)	38313 (53.1)	492.5 (48.4)
Total (% en relación a POB1 y Superficie en la ZMM)	591695 (71.3)	100.4(5.2)	105623 (12.7)	124.4(6.4)	72203 (8.7)	1018.5(52.6)

Población Total de ZMM = 829366 habitantes, Superficie de la ZMM = 1934.6 km²

ZU: Zona Urbana, ZP: Zona Periurbana, ZR: Zona Rural

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al cuadro 5.5, con relación a los totales de población de la ZMM, en la Zona Urbana se localiza el 71.3 % de la población que influye en el paulatino proceso de la degradación del suelo. En la Zona Periurbana se presentan valores muy bajos de población y superficie bajo algún grado de degradación con el 12.7 y 6.4 % respectivamente. En la Zona Rural se aprecia un porcentaje bajo de población (8.7 %), sin embargo contiene las unidades con mayor extensión (52.6 %) de áreas con algún tipo de degradación.

En el cuadro 5.5.a, se observan los porcentos de población y superficie que ocupan las UGs en cada categoría de DS. Si observamos la población en cada categoría, apreciamos que el

mayor porcentaje de los habitantes reside entre las categorías muy alta a media con el 57 % en total, y se distribuyen en una superficie del 16 %, con ello se observa que la influencia de la acción antrópica sobre la degradación del suelo es directa aunque se presenta en un espacio pequeño en relación al área total de la ZMM.

Cuadro 5.5.a. Categorías de la Degradación del Suelo (DS) en las unidades geocológicas de la ZMM.

Categorías del indicador según DS en las UGs	Categoría de DS	Población total por categorías en DS (Cantidad /% con respecto al total relacionado con el indicador)	Área de las UGs Km² (Cantidad y % en relación a TOTAL de Superficie relacionada con el indicador)
Muy Alta	5	238910 (31)	34 (2.7)
Alta	4	174166 (22.6)	39.5 (3.2)
Media	3	27373 (3.6)	120.9 (9.7)
Baja	2	110292 (14.3)	466.7 (37.5)
Muy Baja	1	218780 (28.4)	582.1 (46.8)
Total (% en relación a POB1 y superficie de la ZMM)		769521 (92.8)	1243.3 (64.3)
UGs Sin Información		59845 (7.2)	691.3 (35.7)

Superficie de la ZMM= 1934.6 km², Población POB1 de ZMM = 829366 habitantes en total

Fuente: Elaboración propia.

La distribución espacial de las UGs por categorías de DS en la ZMM se muestra en el Mapa 5.5. La degradación del suelo, como se puede observar en el mapa de la Zona Metropolitana, se concentran los valores más altos en las unidades geocológicas de la zona urbana compacta, el resto de las unidades geocológicas presentan en su mayoría categorías de baja a muy baja. De acuerdo a la distribución espacial de las unidades geocológicas, según su categoría, se puede observar una zonificación de las categorías baja y muy baja al norte del área Metropolitana. Al oeste de la ZMM en unidades geocológicas de tipo rural se observa una concentración de valores medios o moderados de degradación. Al sur del área de acuerdo al INEGI, no hay degradación del suelo aparentemente. De acuerdo a las categorías de muy baja a media la DS, se caracteriza por ser del tipo; degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, erosión hídrica con pérdida del suelo superficial, degradación química por salinización, alcalinización a causa de las actividades agrícolas, sobrepastoreo, y algunos puntos por sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico, en las categorías altas y muy altas se debe además a la degradación física por pérdida de la función productiva, a causa de la urbanización.

En la categoría muy alta del Índice de la Degradación del suelo las unidades más representativas son UGs; 204-24, 204-23 y 214-17 en las colonias Nueva Jacarandas, Prados del Campestre, Fracc. Mariano Michelena. En la categoría alta encontramos las UGs; 99, 204-25 y 227-6 en la localidad rural El Columpio y las colonias Obrera, Independencia. En la categoría media las unidades más representativas son UGs; 267-3, 268-6 y 66-6 en la localidad Zajo Grande, y la colonia Barrio de Dolores. Entre las principales unidades en la categoría baja se encuentra las UGs; 64, 88-2 y 203, en la localidad Cañada del Herrero y la colonia El Cerrito Itzicuaru. En la categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 243-3, 180 y 150-4 en la colonia Fracc. Los Ángeles, y la localidad El Pedregal, ver Matriz de Datos Índices en Anexo 5.2 en Archivos Digitales en Excel.

En resumen, la Degradación del Suelo en la Zona Metropolitana de Morelia, se concentra en el Centro Urbano consolidado; las causas principales de degradación, de acuerdo al INEGI es la urbanización. En la Zona Rural se observan algunas unidades geoecológicas con valores medios de degradación resultado de las actividades agrícolas y la sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico, ver Mapa 5.5. Degradación del Suelo (DS) en la ZMM en sección de Referencias Cartográficas.

Mapa 5.5. Degradación del Suelo (DS) en la ZMM.

V.1.3. Componente Hidrología

- Densidad de Drenaje Superficial (DDS) (Zona Metropolitana)

El indicador DDS se obtuvo a partir de la transferencia de los datos de la información vectorial de la Red Hidrográfica a escala 1:50 000 del INEGI_2010, por cada polígono de las unidades geoecológicas en la Zona Metropolitana, mediante la herramienta *Intersect* del *Arcgis* 10.0; la unión se realizó bajo la relación de uno a muchos, debido a que una unidad geoecológica puede contener una o varias áreas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante *Summarize* y se generó el valor total de la longitud de las corrientes superficiales en cada polígono. Ello permitió calcular las longitudes de los cauces en las UGs de la ZMM. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Natural Breaks*, según la Densidad de Drenaje Superficial en la ZMM, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 5.1 en Archivos Digitales en Excel.

La Densidad de Drenaje Superficial por unidad geocológica en la Zona Metropolitana, se relaciona con un total de 518675 habitantes lo que representa el 62.5 % de la población total de la misma y se presenta en una superficie de 1838.9 km². La DDS es de 1.43 km/km² para la Zona Metropolitana y alcanza un valor máximo de 14.9 km/km² en algunas unidades geocológicas, (Cuadro 5.6.a). Para La Zona Urbana el indicador DDS tiene valor de 0.95 km/km², para la Zona Periurbana es de 1.21 km/km² y para la Zona Rural es de 1.48 km/km² (Cuadro 5.6).

Cuadro 5.6. Distribución de la población y superficie por categorías del indicador de la Densidad de Drenaje Superficial (DDS) al interior de la ZMM.

Categoría de DDS	Población en ZU (% con relación al total de la ZU)	Superficie en ZU (% con relación al total de la ZU)	Población en ZP (% con relación al total de la ZP)	Superficie en ZP (% con relación al total de la ZU)	Población en ZR (% con relación al total de la ZR)	Superficie en ZR (% con relación al total de la ZU)
Muy Alta	30720 (8.6)	5.8 (8.7)	6608 (7.7)	5.8 (4.6)	10464 (13.6)	25.5 (1.5)
Alta	38155 (10.7)	12.2 (18.5)	13598 (15.8)	11.8 (9.4)	15408 (20)	394.5 (23.9)
Media	74211 (20.9)	17.1 (25.9)	23503 (27.2)	42.9 (34.2)	14721 (19.1)	637.6 (38.7)
Baja	73604 (20.7)	12.3 (18.6)	32474 (37.6)	45.5 (36.2)	24328 (31.6)	329.3 (20)
Muy Baja	138648 (39)	18.7 (28.3)	10114 (11.7)	19.5 (15.5)	12119 (15.7)	260.4 (15.8)
Total (% en relación al total de la Zona)	355338 (56.7)	66 (62.7)	86297 (80)	125.6 (88)	77040 (81)	1647.3 (97.7)
Sin información (% en relación al total de la Zona)	271107 (43.3)	39.2 (37.3)	21613 (20)	17.1 (12)	17971 (18.9)	40.3 (2.4)
Valor del Indicador DDS por Zona (km/km²)	0.95		1.21		1.48	
Total	626445	105.2	107910	142.7	95011	1686.7

ZU: Zona Urbana, ZP: Zona Periurbana, ZR: Zona Rural
Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 5.6 se muestran las categorías de la DDS al interior de la ZMM. En la Zona Urbana el 39 y el 27 % de su población, se encuentra las unidades geocológicas, en la categoría muy baja y baja del indicador, respectivamente, las que ocupan una extensión de

47 % de la superficie de la Zona Urbana; así, la baja densidad de drenaje en áreas próximas a los canales de Río Grande y Río Chiquito, rodeados de urbanización, se puede relacionar a una respuesta hidrológica muy lenta que puede facilitar la ocurrencia de inundaciones. En la Zona Periurbana, predomina también la población en las UGs con categoría baja, en estas unidades se presenta el 38 % de los habitantes y son las de mayor distribución en el periurbano con el 36 % de su área, ello refleja un área pobremente drenada superficialmente. En la Zona Rural la población se encuentra más dispersa, aunque se observa predominio de la población en la categoría baja del indicador, con el 32 % del total de población de la Zona Rural, en una superficie total del 20 %, estas unidades responden relativamente rápido la escorrentía de la precipitación.

En el cuadro 5.6.a, se observan los porcentos de población y superficie que ocupan las UGs en cada categoría de DDS en la ZMM. Si observamos la población en cada categoría, encontramos que el mayor porcentaje de los habitantes reside en las UGs con categorías muy baja y baja (56 % del total) del indicador y se concentra en una superficie del 37 %, de acuerdo a ello, la población podría estar influyendo en la capacidad de escorrentía del flujo natural de las corrientes superficiales debido a los desarrollos de infraestructura urbana. En la categoría muy alta y alta se presenta el 22 % de la población, que abarcan el 25 % del área total de la ZMM, lo que corresponde con una densidad del drenaje superficial alta y por tanto asociada a posibles fuertes escurrimientos superficiales.

Cuadro 5.6.a. Categorías de la Densidad de Drenaje Superficial (DDS) en las unidades geocológicas de la ZMM.

Categorías del indicador según DDS en las UGs	Según DDS en cada UG (Km/Km²)	Población total por categorías de DDS (Cantidad /% con respecto al total relacionado con el indicador)	Área de las UGs Km² (Cantidad y % en relación a TOTAL de Superficie relacionada con el indicador)
Muy Alta	2.93 – 14.9	47792 (9.2)	37.1 (2)
Alta	1.92 – 2.92	67161 (13)	418.4 (22.8)
Media	1.30 – 1.91	112435 (21.7)	697.7(37.9)
Baja	0.75 – 1.29	130406 (25.1)	387.1 (21.1)
Muy Baja	0.01 – 0.74	160881 (31)	298.6 (16.2)
Total (% en relación a POB1 y Superficie de la ZMM)		518675 (62.5)	1838.9 (95.1)
UGs sin presencia de cauces		310691 (37.5)	95.7 (4.9)
Valor DDS para la ZMM (km/km²)		1.43	

Superficie de la ZMM= 1934.6 km², Población POB1 de ZMM = 829366 habitantes

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 5.6.b, se muestran las categorías del indicador de Densidad de Drenaje Superficial (DDS) de la ZMM, y su relación con variables físico-naturales seleccionadas.

Cuadro 5.6.b. Porcentajes máximos en las Categorías del DDS por variables físico-naturales seleccionadas al interior de la ZMM.

Categorías de DDS	IACS (Categorías/valor del índice más frecuente en el rango)	DPSTT (Categorías/valor del índice más frecuente en el rango)
Muy Alta	Media (74)	Muy Alta (1.6)
Alta	Media (62)	Alta (4.6)
Media	Media (59.6)	Alta (10.6)
Baja	Media (63)	Alta (6.7)
Muy Baja	Media (68)	Alta (4.6)
Valor máximo en cada índice	99	99.9

Índice de Antropización de la Cobertura Superficial = IACS, Índice de Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre= DPSTT

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 5.6.b, el índice de Antropización de la Cobertura Superficial evidencia el predominio de la categoría media en todas las categorías de la Densidad de Drenaje Superficial, ello evidencia la asociación de los diferentes niveles del drenaje superficial con el estado de la cobertura superficial, el Índice de Degradación de la Permeabilidad de la Superficie por Transformación de la Cobertura del suelo presenta valores altos en la mayoría de las categorías de la DDS, lo que indica el flujo dinámico entre la capacidad del drenaje y la alta permeabilidad del suelo.

La distribución espacial de las UGs por categorías de DDS en la ZMM se muestra en el Mapa 5.6. Se observa el predominio de las unidades geocológicas con categoría media de la densidad de drenaje superficial, en UGs de tipología agrícola permanente. Las UGs de la Zona Urbana, presentan valores muy bajos de la densidad de drenaje; que ha sido modificada por la construcción de canales o en drenajes subterráneos. Al interior de la Zona Urbana se observan al oeste del centro urbano varias unidades con valores altos y muy altos de la densidad de drenaje que también están asociados al tipo de localidad físico-geográfica de Piedemontes Medios, en donde la inclinación de la pendiente facilita el fuerte escurrimiento.

En la categoría muy alta, del Índice de la Densidad de Drenaje Superficial las unidades más representativas son UGs; 243-3, 135 y 195 en las localidades rurales, San Rafael Coapa y Pontezuelas. En la categoría alta apreciamos las UGs, 173-3, 156-6 y 94-3 en la localidad rural El Columpio y La Cofradía, Independencia. En la categoría media las unidades más representativas son UGs; 150-4, 157 y 99 en las localidades El Pedregal y El Columpio. Entre las principales unidades en la categoría baja de DDS, se encuentran las UGs; 134-4, 141-1 y 137-4, en las localidades Los Triguillos, Tirio, Rancho Viejo. En la categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 267-3, 201-2 y 268-6 en la colonia Barrio de Dolores, y la localidad Zajo Grande, ver Matriz de Datos Índices en Anexo 5.2 en Archivos Digitales en Excel.

En resumen, la Densidad del Drenaje Superficial en la Zona Metropolitana de Morelia, se aprecian valores del porcentaje medio en la Zona Rural de acuerdo a la distribución espacial de las unidades, ello coincide con el valor de la densidad de drenaje para la Zona Rural, a excepción de las UGs con tipología de cultivos que presentan valores muy bajos debido a las modificaciones a la red hidrológica por construcción de canales. En la Zona Urbana son muy bajos los porcentajes de la densidad drenaje superficial, sin embargo, en algunas UGs ubicadas en el límite de la Zona Urbana, al noroeste de la ciudad de Morelia, se observan valores muy altos y altos. Todo ello explica un fuerte proceso de escorrentía desde la Zona Rural; dada la pérdida de vegetación, hacia la Zona Urbana en estas áreas; el cual no se mantiene de forma natural una vez que llega al área urbana, por las modificaciones que se realizan en el sistema de obras hidrotécnicas junto a la inadecuada urbanización en los planos de inundación de corrientes principales originan riesgos por inundaciones en las unidades, ver Mapa 5.6. Densidad de Drenaje Superficial (DDS) en la ZMM en sección de Referencias Cartográficas.

[Mapa 5.6. Densidad de Drenaje Superficial \(DDS\) en la ZMM.](#)

- **Indicador de Condiciones de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico _(CRHH)** (Zona Urbana)

El indicador CRHH se obtuvo a partir de la transferencia de información vectorial del Mapa Digital de México de la plataforma web del INEGI y otras fuentes de informes técnicos locales. Esta información se transfiere a cada polígono de las unidades geocológicas,

mediante la herramienta *Intersect* del Arcgis 10.0; la unión se realizó bajo la relación de uno a muchos, debido a que una unidad geocológica puede contener una o varias áreas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante *Summarize* y se generó el valor total de la multiplicación del elemento hidrológico (área o cantidad) por el factor de impacto en cada polígono. Ello permitió calcular los valores de las variables; coeficiente de escurrimiento, zonas de inundación y cobertura del drenaje en las UGs de la Zona Urbana, se aplica el cálculo por el área total de la UG. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Natural Breaks*, según las Condiciones de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico en la Zona Urbana, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 5.1 en Archivos Digitales en Excel.

Las Condiciones de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico en las unidades geocológicas de la Zona Urbana, se relaciona con un total de 601662 habitantes lo que representa el 96 % de la población total de la Zona Urbana. Las Condiciones de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico presenta valores de 9.4 % en la ZMM. Este indicador alcanza valores máximos de desfavorabilidad de 44.3 % en algunas unidades geocológicas (Cuadro 5.7).

Cuadro 5.7. Categorías de las Condiciones de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico (CRHH) en las unidades geocológicas de la Zona Urbana.

Categorías del indicador según CRHH en las UGs	Según CRHH en cada UG (%)	Población total por categorías del CRHH (Cantidad /% con respecto al total relacionado con el indicador)	Área de las UGs Km² (Cantidad y % en relación a TOTAL de Superficie relacionada con el indicador)
Muy Alta	19.66 – 44.26	3184 (0.5)	0.9 (0.9)
Alta	8.44 – 19.65	100085 (16.6)	15.4 (15.7)
Media	3.42 – 8.43	310576 (51.6)	49.9 (50.8)
Baja	1.59 – 3.41	183931 (30.6)	30.7 (31.2)
Muy Baja	0.01 – 1.58	3886 (0.6)	1.4 (1.4)
Total (% en relación a POB1 de la ZU)	-----	601662 (96)	98.3 (93.4)
UGs sin información	0	24783 (4)	7 (6.7)

Superficie de la Zona Urbana= 105.2 km², Población POB1 de ZMM = 626445 habitantes
Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 5.7, se observan los porcentos de población y superficie que ocupan las UGs en cada categoría de CRHH. Si observamos la Población en cada categoría, encontramos que el mayor porcentaje de los habitantes reside en la categoría media con el 50.6 %, con mientras que el 30.6 % de la población habita en la categoría baja, se concentran en una superficie del

82 %; de acuerdo a ello la mayoría de la población vive en unidades con situación de favorabilidad media con tendencias a valores bajos de deficiencia por escurrimiento superficial, poca ocurrencia de inundaciones y amplia cobertura de la red de drenaje de aguas residuales y pluviales. En la categoría muy alta y alta del indicador se presenta el 17 % de la población total que se localizan en el 16.6 % del área urbana en la ZMM; esta población habita en condiciones de alta deficiencia del escurrimiento superficial, ocurrencia de inundaciones y baja cobertura de red de aguas residuales y pluviales.

En el cuadro 5.7.a, se muestran las categorías del indicador de las Condiciones de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico (CRHH) de la Zona Urbana, en función de variables sociales seleccionadas, con ello se analiza la influencia e interacción con el entorno urbano.

Cuadro 5.7.a. Población en las Categorías de los CRHH por variables sociales seleccionadas al interior de la Zona Urbana.

Categorías de CRHH	DP (Categorías/valor del índice más frecuente en el rango)	VIVO (Cantidad viviendas/ % en relación al total del indicador)
Muy Alta	Alta (8)	1230 (0.6)
Alta	Muy Alta (14)	33957 (16.7)
Media	Muy Alta (16)	103685 (51.1)
Baja	Muy Alta (15)	63006 (31)
Muy Baja	Alta (6)	1124 (0.6)
Valor máximo en cada índice	330	203002

Densidad de Población=DP, VIVO=Total de Viviendas

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 5.7.a, de acuerdo a la metodología de cálculo del indicador, ver cuadro 2.8, el indicador de las Condiciones de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico presenta valores máximos de densidad de población entre valores de 14 y 16 habitantes por kilómetros cuadrados en sus categorías alta a baja, es decir, en estos espacios la cobertura de la red de drenaje residual y pluvial es amplia, no hay estimación de zonas de inundación, o abundante escorrentía superficial, esto nos refleja que a pesar de existir una alta densidad poblacional no se encuentran bajo riesgo debido a problemáticas de la cobertura hidrotécnica; es significativo que en las categorías muy alta y alta del indicador, el total de viviendas es relativamente bajo con el 17.3 %, sin embargo son más de 35000 las viviendas con riesgo de

ser afectadas por falta de cobertura del drenaje y ocurrencia de zonas de inundación o riesgos de inundación por fuerte escorrentía superficial.

La distribución espacial de las UGs por categorías de CRHH en la Zona Urbana se muestra en el Mapa 5.7. Se observa el predominio de las unidades geoecológicas con categoría media de acuerdo a la distribución del conjunto de condiciones de riesgos hidrológicos e hidrotécnicos, se aprecian las UGs que se localizan en el límite de la Zona Urbana con valores de altos a muy altos, al suroeste del centro urbano que describen una situación desfavorable por ausencia de la cobertura de la red hidrotécnica y posibles problemáticas hidrológicas por el orden de escorrentía en estas unidades. Cabe señalar que desde el sur y hacia el centro de la ciudad de Morelia se concentran varias unidades relacionadas con el canal de Río Grande que presentan categoría alta del indicador, se presume que se debe a las áreas estimadas por riesgo de inundaciones.

En la categoría muy alta del indicador de riesgos hidrológicos e hidrotécnicos, las unidades más representativas son; UGs 243-3, 135 y 195 en las colonias, Piedra Lisa, Fracc. Ario 1815, Nueva Ocolusen. En la categoría alta encontramos las UGs; 36-2, 29-2 y 47-10 en la localidad rural San Isidro Itzícuaru Norte, Niños Héroes, Loma Dorada, es importante señalar las UGs del Centro Urbano con estimaciones de Inundaciones; Fracc. Primavera _UGs 204-9, Expropiación Petrolera Indeco _UGs 211-1 El Porvenir _UGs 216-3 entre otras unidades. En la categoría media las unidades más representativas son UGs; 30-2, 246-1 y 39-3 en las colonias Quinceo, Santiaguito Indeco, Ampl. Gertrudis G. Sánchez. Entre las principales unidades en la categoría baja se encuentran las UGs; 225-2, 204-22 y 205-22, en las localidades Arboledas (5 de mayo), Fracc. Fuentes de Valladolid, Fracc. Arboledas de la Huerta. En la categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 212-9, 215-16 y 37-2 en las colonias Rancho del Charro, Las Américas, Fracc. Arcos San Juan, ver Matriz de Datos Índices en Anexo 5.2 en Archivos Digitales en Excel.

En resumen, la Condiciones de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico, analizada para la Zona Urbana de Morelia, se observan valores significativamente altos en las UGs que se localizan hacia el límite de la Zona Urbana-Rural, con valores de alta a muy alta al suroeste del centro y hacia el centro de la Ciudad asociado al canal de Río Grande, ver Mapa 5.7. Condiciones

de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico (RHH) en la Zona Urbana en sección de Referencias Cartográficas.

Mapa 5.7. Condiciones de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico (RHH) en la Zona Urbana.

V.1.4. Componente Relieve

- **Indicador de Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización (IPU)** (unidades geocológicas con tipología de urbanización o localidades rurales en la ZMM)

El indicador IPU se obtuvo a partir del Mapa de Pendientes en porcentajes tomando como base el Modelo Raster del Terreno de la Zona Metropolitana que se generó a partir de los puntos del Lidar disponible en la plataforma web del INEGI. Una vez obtenido el mapa de pendientes en formato raster se analiza la relación por UGs, con tipología de urbanización o asentamientos humanos (localidades rurales consolidadas), no se incluye población dispersa, mediante la herramienta *Zonal Statistics as Table*. De esta manera se exportan los porcentajes de pendientes por separado a las unidades geocológicas en valores de la media para cada UG, luego se consideran los rangos de la media del porcentaje de inclinación de las pendientes para evaluar las unidades geocológicas de tipología urbana y localidades rurales, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 5.1 en Archivos Digitales en Excel.

La Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización en las unidades geocológicas con tipología de urbanización o asentamientos rurales en la ZMM, están ocupadas por un total de 779513 habitantes, lo que representa el 97.9 % de la población total de las unidades geocológicas con tipología de urbanización o localidades rurales en la ZMM misma. La IPU tiene valor entre 5-10 para las UGs con tipología de urbanización o localidades rurales, sin embargo alcanza valores máximos de muy alta incompatibilidad (> 15 %) en algunas unidades geocológicas, que ocupan un área pequeña, el 7 % de la superficie analizada al interior de la ZMM (Cuadro 5.8.a). La Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización para la Zona Urbana tiene valores entre 5-10 %, lo cual coincide con la Zona Periurbana y para las unidades con asentamientos en la Zona Rural se encuentra entre 10-15 % (Cuadro 5.8).

Cuadro 5.8. Categorías de IPU en las UGs al interior de la ZMM (viviendas y % de superficie).

Categorías de IPU	viviendas en ZU (% con relación al total de la ZU)	viviendas en ZP (% con relación al total de la ZP)	viviendas en ZR (% con relación al total de la ZR)
Muy Alta			
Alta	6476 (3.2)	2595 (4.8)	1242 (5.5)
Media	29168 (14.4)	21154 (38.9)	3813 (16.8)
Baja	29403 (14.5)	9021 (16.6)	11235 (49.4)
Muy Baja	137663 (67.9)	21602 (39.7)	6457 (28.4)
Total (% en relación a VIV0 de la ZMM)	202710 (71)	54372 (19)	22747 (7.9)
Valor del Indicador DDS por Zona	5-10	5-10	10-15

Viviendas (VIV0) de ZMM = 286251 en total, ZU: Zona Urbana ZP: Zona Periurbana ZR: Zona Rural

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 5.8.a, la mayor cantidad de viviendas en la Zona Urbana, el 68 %, se encuentran en la categoría muy baja de IPU; en la zona periurbana se mantienen los mayores porcentajes de viviendas en las categorías muy baja y baja del indicador, en la Zona Rural el porcentaje de viviendas más alto se encuentra en la categoría baja del indicador. En la Zona Urbana, la cantidad de viviendas en algún riesgo es del 71 % del total de viviendas de la ZMM, en Zona Periurbana y Rural disminuye significativamente la cantidad total de viviendas en riesgo en un 19 y 8 % respectivamente. No obstante, es significativo que 10313 viviendas de la Zona Metropolitana, el 3.6 %, se agrupan en las categorías muy alta y alta de incompatibilidad entre la pendiente y la urbanización en las unidades geocológicas con tipología de urbanización o localidades rurales al interior de la ZMM y se encuentran en riesgo por deslaves debido a un uso urbanístico del suelo inadecuado.

Cuadro 5.8.a. Categorías de la Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización (IPU) en las unidades geocológicas de la Zona Urbana, Periurbana y localidades Rurales.

Categorías del indicador según IPU en las UGs	Cant. Polígonos UGs	Según IPU en cada UG (%)	Población total por categorías del IPU (%)	Área de las UGs Km² (%)
Muy Alta				
Alta	47	>15	29436 (3.8)	13.7 (7)
Media	121	10-15	141170 (18.1)	43.8 (22.4)
Baja	90	5-10	140181 (18)	51.7 (26.5)
Muy Baja	253	0-5	468726 (60.1)	86.3 (44.2)
Total (% en relación a POB1 y Superficie de la ZMM)	511	-----	779513 (97.9)	195.4 (97.4)
UGs sin urbanización	132	0	16524 (2.1)	5.2 (2.6)

Superficie de las UGs con tipología de urbanización o localidades rurales = 200.7 km², POB1 de las UGs con tipología de urbanización o localidades rurales = 796037 habitantes.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 5.8.a, se observan los porcentos de población en cada categoría de IPU y la superficie que ocupan las UGs de cada categoría del indicador en las unidades geocológicas con tipología de urbanización o localidades rurales en la ZMM. Al observar la población en cada categoría, encontramos que el mayor porcentaje de los habitantes vive al interior de las categorías baja y muy baja, con el 78 %, y se concentra en una superficie del 71 % de las unidades geocológicas, de acuerdo a ello, es evidente que la mayoría de la población habita en unidades con bajo riesgo a deslizamientos, desde la perspectiva de la compatibilidad entre pendiente y urbanización. En la categoría muy alta y alta del indicador, se presenta el 22 % de la población total, en el 58 % de la superficie analizada; a pesar de que habita muy poca población en las unidades con esta categoría, la misma reside en lugares inadecuados para ser urbanizados, por tanto viven bajo alto riesgo a deslaves.

En el cuadro 5.8.b, se muestran las categorías del indicador de la Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización (IPU) de la Zona Metropolitana, en función de variables socio-económicas seleccionadas, se aprecia que el mayor porcentaje de población ocupada (62.3 %), es decir, que perciben un salario que impulsa la actividad económica, se encuentra en la categoría muy baja de este indicador, lo que puede significar que la mayoría de la población con poder adquisitivo reside en áreas sin riesgo a deslaves. El indicador de la Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización (IPU) en la categoría muy baja, presenta el mayor porcentaje de la población discapacitada, es decir, existe muy poca población con discapacidades que reside en viviendas bajo estos riesgos. Todo ello significa, que la generalidad de las viviendas se ubican en terrenos aptos para la urbanización. A pesar de ello, es importante destacar que en la categoría muy alta de incompatibilidad de pendientes y urbanización hay presencia de 11031 habitantes activos económicamente que es sólo un 3.6 % de esta población en la ZMM, mientras que la población con capacidades diferentes representan el 2.8 % para un total de 658 pobladores.

Cuadro 5.8.b. Población en las Categorías del IPU por variables socio-económicas seleccionadas al interior de la Zona Metropolitana.

Categorías de IPU	ECO4 (población / % en relación a total del indicador)	DISC1 (población/ % en relación al total del indicador)
Muy Alta	11031 (3.6)	658 (2.8)
Alta		
Media	53720 (17.5)	3155 (13.2)
Baja	50909 (16.6)	4484 (18.8)
Muy Baja	191403 (62.3)	15592 (65.3)
Total relacionado con el indicador	307063 (37)	23889 (2.9)

Población ocupada = ECO4, Población con discapacidad = DISC1

Fuente: Elaboración propia.

La distribución espacial de las UGs por categorías de IPU en las unidades geocológicas con tipología de urbanización o localidades rurales en la ZMM se muestra en el Mapa 5.8. Se observa el predominio de unidades geocológicas con categoría baja de acuerdo a la Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización, se aprecian UGs que se localizan en el límite de la Zona Urbana - Rural en categorías de media a muy alta. Al noroeste y sureste del centro urbano se concentran los valores altos y muy altos del indicador.

En la categoría muy alta y alta del indicador la Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización las unidades más representativas son UGs; 50-4, 90, 204-24 en las localidades El Pedregal, Pitorreal (Pino Real), en la colonia Nueva Jacarandas. En la categoría media las unidades más representativas son UGs; 134-4, 134-3, 134-2 en las localidades Los Triguillos, Los Fresnos (Santa Marillal), El Vaquerito. Entre las principales unidades en la categoría baja se encuentran las UGs; 64, 17-2, 135, en la colonia El Cerrito Itzícuaru y en las localidades Colonia Guadalupe Victoria, Pontezuelas. En la categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 243-3, 43-7, 196 en las colonias Ciudad Jardín, y las localidades La Maiza, San Rafael Coapa, ver Matriz de Datos Índices en Anexo 5.2 en Archivos Digitales en Excel.

En resumen, la Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización en la Zona Metropolitana de Morelia, evaluada para las unidades geocológicas con tipología de urbanización o localidades rurales en la ZMM, se concentra en UGs localizadas en el límite entre la Zona Urbana y Periurbana con categorías de media a muy alta; valores altos al noroeste del centro urbano y muy altos al sur-sureste, en las colonias con infraestructura de construcciones

relativamente nuevas y de alto nivel económico tales como; Residencial Bosques de Morelia, Fracc. La Loma, Fracc. Ejidal Santa María y Nueva Jacarandas. Existen 10313 viviendas de la Zona Metropolitana, que representan el 3.6 % que se agrupan en las categorías muy alta y alta de incompatibilidad entre la pendiente y la urbanización, ver Mapa 5.8. Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización (IPU) en la ZMM en sección de Referencias Cartográficas.

[Mapa 5.8. Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización \(IPU\) en la ZMM.](#)

V.1.5. Componente Geología

- Riesgo por la presencia de Fallas y Fracturas (RFF) (ZMM)

El indicador RFF se obtuvo a partir del Inventario Nacional de Fenómenos Geológicos del INEGI a escala 1:250 000 de la Zona Metropolitana, disponible en la plataforma web del INEGI, por cada polígono de las unidades geológicas en la ZMM, mediante la herramienta *Intersect* del Arcgis 10.0; la unión se realizó bajo la relación de uno a muchos, debido a que una unidad geológica puede contener una o varias áreas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante Summarize y se generó el valor total en cada polígono. Ello permitió calcular el Riesgo por la presencia de Fallas y Fracturas en la ZMM. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Quantile*, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 5.1 en Archivos Digitales en Excel.

El Riesgo por la presencia de Fallas y Fracturas por unidad geológica en la Zona Metropolitana, se relaciona con un total de 722353 habitantes lo que representa el 87.1 % de la población total de la misma. El indicador del Riesgo por la presencia de Fallas y Fracturas tiene un valor bajo de 1.15 km² para la Zona Metropolitana. La RFF alcanza máximos de alto riesgo sísmico con valor de la densidad de 14.6 km² en algunas unidades geológicas, (Cuadro 5.9.a).

En el cuadro 5.9 se muestran las categorías del RFF al interior de la ZMM. En la Zona Urbana el 46.5 % de su población, se encuentra las unidades geológicas, en la categoría muy baja del indicador, las que ocupan una extensión de 39.6 % de la superficie de la Zona Urbana. En la Zona Periurbana, predomina también la población en las UGs con categoría muy baja, en estas unidades se presenta el 34.5 % de los habitantes, sin embargo las unidades con mayor extensión se encuentran en la categoría alta con el 46 %. En la Zona Rural la población se encuentra más dispersa, aunque se observa predominio de la población en la categoría baja

del indicador, con el 61 % del total de población de la Zona Rural, en una superficie total del 79.6 %, estas unidades responden relativamente rápido la escorrentía de la precipitación.

Cuadro 5.9. Distribución de la población y superficie por categorías del Riesgo por la presencia de Fallas y Fracturas (RFF) al interior de la ZMM.

Categoría de RFF	Población en ZU (% con relación al total de la ZU)	Superficie en ZU (% con relación al total de la ZU)	Población en ZP (% con relación al total de la ZP)	Superficie en ZP (% con relación al total de la ZU)	Población en ZR (% con relación al total de la ZR)	Superficie en ZR (% con relación al total de la ZU)
Muy Alta	81954 (14.5)	19.3 (19.7)	15882 (17.6)	62.7 (46.1)	3597 (5.5)	93.6 (6.4)
Alta	71895 (12.7)	14.1 (14.4)	27792 (30.8)	25.4 (18.7)	5744 (8.8)	72.2 (5)
Media	101965 (18)	15.9 (16.2)	14672 (16.3)	9.6 (7.1)	8070 (12.4)	94.2 (6.5)
Baja	47686 (8.4)	10 (10.2)	741 (0.8)	3.6 (2.6)	7818 (12)	36.5 (2.5)
Muy Baja	263648 (46.5)	38.8 (39.6)	31115 (34.5)	34.7 (25.5)	39774 (61.2)	1155.3 (79.6)
Total (% en relación al total del indicador)	567148 (90.5)	98.1 (93.3)	90202 (83.6)	136 (95.3)	65003 (68.4)	1451.9 (86.1)
UGs sin presencia de fallas y fracturas	59297 (9.5)	7.2 (6.8)	17708 (16.4)	6.7 (4.7)	30008 (31.6)	234.9 (13.9)
Valor del Indicador DDS por Zona	2.3		4		0.8	
Total	626445	105.2	107910	142.7	95011	1686.7

Población Total de ZMM = 829366 habitantes, Superficie de la ZMM = 1934.6 km²,

ZU: Zona Urbana, ZP: Zona Periurbana, ZR: Localidades Rurales Principales

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 5.9, se observan los valores generales del indicador para cada Zona. Se aprecia que la Zona Urbana presenta un riesgo por fallas y fracturas ubicado en la categoría alta, la Zona Periurbana presenta valor del indicador en categoría muy alta y la Zona Rural presenta categoría de muy baja, es por ello que la Zona Periurbana se encuentra bajo mayor riesgo por la ocurrencia de eventos sísmicos.

En el cuadro 5.9.a, se aprecian los porcentajes de población y la superficie que ocupan las UGs por cada categoría del indicador Riesgo por la presencia de Fallas y Fracturas. Si observamos la Población en cada categoría, encontramos que el mayor porcentaje de los

habitantes reside en la categoría muy baja del indicador con el 40.5 % de población en las unidades con fallas y fracturas, y se concentra en una extensa superficie del 73 %, ello evidencia que la mayoría de la población vive en unidades que se encuentran sobre riesgos bajos y muy bajos con respecto al Riesgo por la presencia de Fallas y Fracturas. En la categoría muy alta y alta del indicador en estudio, se presenta el 28.6 % de la población de la ZMM, se distribuye en una zona de alto riesgo, en lugares altamente incompatibles para ser urbanizados.

Cuadro 5.9.a. Categorías del Riesgo por la presencia de Fallas y Fracturas (RFF) en las unidades geocológicas de la ZMM.

Categorías del indicador según RFF en las UGs	Según valor de RFF en cada UG (Km ²)	Población total por categorías de la RFF (%)	Área de las UGs Km ² (%)
Muy Alta	4.00 - 14.58	101433 (14)	162.3(9.6)
Alta	2.02 - 3.99	105431 (14.6)	125.1(7.4)
Media	1.31 - 2.01	124707 (17.3)	120 (7.1)
Baja	1.01 - 1.30	98504 (13.6)	50(3)
Muy Baja	0.01 - 1.00	292278 (40.5)	1228.7(72.9)
Total (% en relación a total de la zona)		722353 (87.1)	1686.1 (87.2)
UGs sin presencia de fallas y fracturas		107013 (12.9)	248.5 (12.8)
Valor del Indicador DDS para la ZMM		1.15	

Superficie de la ZMM= 1934.6 km², Población POB1 de ZMM = 829366 habitantes en total

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 5.9.b, se muestran las categorías del indicador Riesgo por la presencia de Fallas y Fracturas de la Zona Metropolitana en función de variables demográficas y económicas seleccionadas, con ello se analiza la influencia e interacción desde la perspectiva social.

Cuadro 5.9.b. Población en las Categorías de la RFF y relación con variables socio-económicas seleccionadas al interior de la Zona Metropolitana.

Categorías de RFF	DP (Categorías/valor del índice más frecuente en el rango)	VIVO (cantidad/ % en relación al total del indicador)
Muy Alta	Alta (6)	32933 (12.7)
Alta	Alta (6)	43195 (16.7)
Media	Alta (8)	46124 (17.8)
Baja	Alta (10)	20791 (13.7)
Muy Baja	Muy Alta (12)	116146 (39.2)

Valor máximo en cada índice	330	259183
------------------------------------	------------	---------------

Densidad de Población=DP, Total de Viviendas= VIVO
Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 5.9.b, el indicador de Riesgo por la presencia de Fallas y Fracturas (RFF) muestra valores máximos de la densidad poblacional de categoría alta, lo que indica que es muy alta la concentración de los habitantes residen en áreas que presentan riesgos por la ocurrencia de sismos.

Casi el 30 % de las viviendas de la ZMM se encuentran en la categoría de muy alta y alta por el Riesgo por la presencia de Fallas y Fracturas, en las cuales habitan un total de 206864 pobladores, con densidades de población entre 160 y 210 hab/km², en una superficie de alrededor de 190 km². Es un número alto de personas y viviendas bajo riesgo a deslaves en caso de sismos intensos.

La distribución espacial de las UGs por categorías de Riesgo por la presencia de Fallas y Fracturas (RFF) en la Zona Metropolitana se muestra en el Mapa 5.9. Se observa el predominio de las unidades geocológicas con categoría muy baja en toda la ZMM, no obstante, cabe señalar que se aprecian las UGs con categorías más altas del indicador formando un anillo alrededor del centro urbano de Morelia.

En la categoría muy alta, del Riesgo por la presencia de Fallas y Fracturas las unidades más representativas son UGs; 204-24, 204-23 y 214-17 en las localidades El Columpio, Jaripeo, La Goleta. En la categoría alta del indicador encontramos las UGs; 243-3, 150-3 y 147-8 en las localidades Rosas de Guadalupe (Kilometro Catorce), Los Ruiseñores, Las Mesas. En la categoría media las unidades más representativas son UGs; 94-1, 147-7 y 251-2 en la colonia Unión de Progreso (Lomas de Iraepo), Fracc. Florida y la localidad Fraccionamiento Mirador de las Monarcas. Entre las principales unidades en la categoría baja se localizan las UGs; 156-6, 141-2 y 258-2, en las localidades Puente Iraepo, Cotzurio, La Alberca. En la categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 180, 157 y 43-7 en las colonias Fracc. Los Ángeles, Ciudad Jardín y las localidades Colonia Guadalupe Victoria, ver Matriz de Datos Índices en Anexo 5.2 en Archivos Digitales en Excel.

El Riesgo por la presencia de Fallas y Fracturas es mayor en la Zona Periurbana; al este en los alrededores de la localidad Tres Marías y al sur de la Zona Urbana en los alrededores de la colonia

Tenencia de Morelos. Estos valores altos se extienden hacia la Zona Rural y en el centro de la Zona Urbana es bajo, ver Mapa 5.9. Riesgo por la presencia de Fallas y Fracturas (RFF) en la ZMM en sección de Referencias Cartográficas.

Mapa 5.9. Riesgo por la presencia de Fallas y Fracturas (RFF) en la ZMM.

V.1.6. Componente Atmósfera

- Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio. (ECAP) (ZMM)

El indicador de ECAP se obtuvo a partir del informe de la Cédula de Operación Anual (COA) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de Michoacán, para ello se tomaron en consideración las partículas en suspensión de diámetro menor a 10 micras (PM_{10}) y el monóxido de carbono (CO $\mu g/m^3$), se extraen las coordenadas de los puntos de emisión considerados para conformar la base de datos, se compilaron 112 puntos emisores de gases en total; que se corresponden con talleres, industrias y de usos varios. Se obtiene la posición de los puntos de emisión.

El método de interpolación elegido fue el de distancia inversa ponderada (*IDW*, por sus siglas en inglés). Dicho método se basa en la suposición de que a medida que nos alejamos del punto de la muestra la concentración va disminuyendo. Se generó una malla de 100m x 100m abarcando toda la zona de estudio y una vez ejecutado el método de interpolación se pudo obtener la estimación del nivel de concentración de PM_{10} en cada una de las celdas, luego mediante la herramienta *Zonal Statistics as Table* se exportan los rangos de concentración por separado a las unidades geoecológicas en valores de la media para cada UG, y con ello se transfieren los datos de concentración por niveles de inmisión interpolados por UGs. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Quantile*, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 5.1 en Archivos Digitales en Excel.

La contaminación atmosférica de la Ciudad por emisión de gases industriales a la atmósfera según el indicador de Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio para la Zona Metropolitana se estima es de 1.3746 1t-1000 Kg/m³/Km², que afecta una superficie de 723.6 km² dados sus niveles de concentración, lo que representa el 37.4 % de su superficie, en la cual viven un total de 700548 habitantes, que representan el 85 % de la población total de la misma. La ECAP alcanza valores máximos de 0.104 1t-1000 Kg/m³/Km² en algunas unidades geoecológicas, (Cuadro 5.10.a).

En el cuadro 5.10 se muestran las categorías de la ECAP al interior de la ZMM. En la Zona Urbana el 82.3 % de su población, se encuentra las unidades geocológicas, en la categoría muy alta del indicador, las que ocupan una extensión de 61 % de la superficie de esta Zona. En la Zona Periurbana, predomina también la población (63 %) en las UGs con categoría muy alta, sin embargo las unidades con mayor extensión en esta Zona se encuentra en la categoría muy baja. En la Zona Rural la población se concentra entre las categorías muy alta y alta con el 82 % en total y sobre una extensión del 35 %.

En el cuadro 5.10, se observa que los valores del indicador por Zona difieren de los rangos del mismo para toda la ZMM, ello se debe a las diferencias de la cantidad de población total por Zonas con respecto al total de la población en la Zona Metropolitana, no obstante de acuerdo a los valores obtenidos de toneladas por Kilómetro cuadrado ($1t-1000 \text{ Kg/m}^3/\text{km}^2$), se aprecia que en la Zona Urbana existe mayor concentración con respecto a la Zona Periurbana y Rural, ello coincide con la existencia de diferentes puntos contaminantes al interior de la Zona Urbana; talleres, pequeñas industrias, etc.

Cuadro 5.10. Distribución de la población y superficie por categorías del indicador Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio (ECAP) al interior de la ZMM.

Categoría de ECAP	Población en ZU (% con relación al total de la ZU)	Superficie en ZU (% con relación al total de la ZU)	Población en ZP (% con relación al total de la ZP)	Superficie en ZP (% con relación al total de la ZU)	Población en ZR (% con relación al total de la ZR)	Superficie en ZR (% con relación al total de la ZU)
Muy Alta	498945 (82.3)	59.9 (61)	38798 (62.9)	10 (11.6)	13537 (41.5)	31.8 (5.9)
Alta	70666 (11.7)	13.7 (14)	14365 (23.3)	10.4 (12.1)	13299 (40.7)	155.1 (28.9)
Media	24879 (4.1)	11.2 (11.4)	5947 (9.6)	4.6 (5.3)	4596 (14.1)	146.1 (27.3)
Baja	10019 (1.7)	10 (10.2)	1883 (3.1)	0.2 (0.2)	908 (2.8)	89.7 (16.7)
Muy Baja	1688 (0.3)	3.3 (3.4)	715 (1.2)	61.1 (70.8)	303 (0.99)	113.3 (21.1)
Total (% en relación al total de la Zona)	606197 (96.8)	98.1 (93.3)	61708 (57.2)	86.3 (60.5)	32643 (34.4)	536 (31.8)
Sin información(% en relación al total de la Zona)	20248 (3.2)	7.1 (6.7)	46202 (42.8)	56.4 (39.5)	62368 (65.6)	1150.7 (68.2)
Valor del Indicador	1.63032		0.59778		0.57053	

ECAP por Zona						
Total	626445	105.2	107910	142.7	95011	1686.7

ZU: Zona Urbana, ZP: Zona Periurbana, ZR: Zona Rural

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 5.10.a, se aprecian los valores de la Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio que ocupan las UGs. Si observamos la Población en cada categoría, encontramos que el mayor porcentaje de los habitantes reside en la categoría muy alta con el 78.7 % de población total, y se concentra en una superficie del 14 % (101.8 km²), esto refleja que la dispersión de contaminantes de gases en el aire está presente, y afecta a un importante número de habitantes, es decir que la mayoría de la población viven en unidades donde hay riesgos potenciales a la salud por contaminación atmosférica provocada por actividad industrial.

Cuadro 5.10.a. Categorías de la Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio de la Zona Metropolitana.

Categorías del indicador según ECAP en las UGs	Según ECAP en cada UG (1t-1000 Kg/m³/Km²)	Población total por categorías del ECAP (%)	Área de las UGs Km²(%)
Muy Alta	0.002464 – 0.104041	551280 (78.7)	101.8 (14.1)
Alta	0.000905 – 0.002463	97955 (14)	179 (24.7)
Media	0.000311 – 0.000904	35797 (5.1)	162.2 (22.4)
Baja	0.000099 – 0.000310	12929 (1.8)	120.9 (16.7)
Muy Baja	0.00001 – 0.000098	2587 (0.4)	159.7 (8.3)
Total (% en relación a POB1 y Superficie de la ZMM)		700548 (84.5)	723.6 (37.4)
UGs sin Contaminación estimada	0	128818 (15.5)	1211 (62.6)

Superficie de la ZMM= 1934.6 km², Población POB1 de ZMM = 829366 habitantes en total

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 5.10.b, se muestran las categorías del indicador Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio de la Zona Metropolitana en función de variables demográficas y económicas seleccionadas.

Cuadro 5.10.b. Población en las Categorías de la ECAP y relación con variables socio-económicas seleccionadas al interior de la Zona Metropolitana.

Categorías de ECAP	DP (Categorías/valor del índice más frecuente en el rango)	VIVO (Categorías/valor del índice más frecuente en el rango)
Muy Alta	Muy Alta (55)	187550 (77)
Alta	Alta (8)	36093 (14.8)
Media	Media (3)	13793 (5.7)
Baja	Media (1.2)	4852 (2.02)
Muy Baja	Muy Baja (0.2)	1194 (0.5)
Valor máximo en cada índice	330	243482

Densidad de Población=DP, Tasa de Actividad Económica = ECO4, Total de Viviendas= VIVO

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 5.10.b, el indicador de la Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio (ECAP) muestra valores en las categorías alta y muy alta en unidades geoecológicas con densidad poblacional sobre 55 y 8 habitantes por kilómetros cuadrados, es decir no sólo es alto el número de habitantes en estas UGs, sino que están concentrados; el alto número de viviendas (77 %) asociado a las UGs en esta categoría de contaminación atmosférica, nos reafirma el riesgo potencial a la salud; la generalidad de los habitantes reside en áreas que presentan al menos una industria o taller con emisiones de gases.

La distribución espacial de las UGs por categorías de Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio (ECAP) en la Zona Metropolitana se muestra en el Mapa 5.10. Se observa el predominio de las unidades geoecológicas con categoría muy alta del indicador en el centro urbano compacto de la ciudad de Morelia y al suroeste de la ciudad, siempre vinculado a la presencia de industrias emisoras.

En la categoría muy alta, la Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio las unidades más representativas son UGs; 36-7, 204-18 y 227-6 en las colonias Esther Tapia, Juárez, Independencia. En la categoría alta del indicador encontramos las UGs; 103-5, 43-3 y 41-3 en las colonias Valle del Durazno, Solidaridad, La Nueva Esperanza. En la categoría media las unidades más representativas son UGs; 60-1, 92-1 y 239-3 en la colonia Ampl. Isaac Arriaga y la localidad Joya de la Huerta, Puerto del Madroño. Entre las principales unidades en la categoría baja se localizan las UGs; 205-17, 218-22 y 211-3, en las colonias La Camelina, Industrial, Manuel Villalongín. En la categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 50-10, 156-1 y 47-1 en las colonias Conjunto Hab. La Colina Infonavit,

Atapaneo, Arboledas de Valladolid, ver Matriz de Datos Índices en Anexo 5.2 en Archivos Digitales en Excel.

En resumen, la Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio por emisión de gases de industrias y talleres en la Zona Metropolitana de Morelia, se concentra en la Zona Urbana con valores altos y en algunas unidades geocológicas al suroeste de la Zona Rural. No se tiene en cuenta la contaminación por actividad automotriz por no encontrar disponibilidad de los datos, ver Mapa 5.10. Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio (ECAP) en la ZMM en sección de Referencias Cartográficas.

Mapa 5.10. Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio (ECAP) en la ZMM.

V.1.7. Dimensión Antropogénica

- Índice de Modificación Antropogénica por la Presencia de Elementos Antrópicos en el Paisaje (IAEA) (Zona Periurbana y Rural)

El indicador IAEA se obtuvo a partir de Información disponible en la plataforma web del INEGI e Informes Técnicos de otros trabajos disponibles de la Zona Metropolitana, mediante la herramienta *Intersect* del Arcgis 10.0; se realiza la unión bajo la relación de uno a muchos de las diferentes capas que se incluyen en el cálculo del índice, ver metodología Cap. II, debido a que una unidad geocológica puede contener una o varias áreas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante *Summarize* y se generó el valor total de la superficie o longitudes en cada polígono. Ello permitió calcular la Densidad de Viales, Densidad de elementos hidráulicos, Densidad de ductos de Pemex y Gasolineras y Densidad de Instalaciones de comunicación en la Zona Periurbana y Rural, posteriormente se aplica la ponderación por magnitud de peligro a la población y al paisaje. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Quantile*, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 5.1 en Archivos Digitales en Excel.

La Modificación Antropogénica por la Presencia de Elementos Antrópicos en el Paisaje en la Zona Periurbana y Rural es de 0.15 Km/Km² para estas áreas y se relaciona con un total de 230108 habitantes lo que representa el 98 % de la población total de la misma, en una superficie de 1635 km² (el 89 % de la superficie de la ZMM). La IAEA para la Zona Periurbana es de 0.41 Km/Km² y para la Zona Rural es de 0.14 Km/Km² (cuadro 5.11). La

IAEA alcanza valores máximos de 5 Km/Km² en algunas unidades geocológicas, (Cuadro 5.11.a).

En el cuadro 5.11, se muestran las categorías del IAEA al interior de la Zona Periurbana y Rural. En la Zona Periurbana, predomina la población en las UGs con categoría media con tendencia a alta, en estas unidades se presenta el 26 y 25.4 % de los habitantes y son las de mayor distribución en el periurbano con el 54.3 % de su área. En la Zona Rural la población se encuentra más dispersa, aunque se observa predominio de la población en la categoría media y baja del indicador, con el 56.3 % del total de población de la Zona Rural, en una superficie total del 51 %.

Cuadro 5.11. Distribución de la población y superficie por categorías del indicador de la Modificación Antropogénica por la Presencia de Elementos Antrópicos en el Paisaje de la Zona Periurbana y Rural.

Categoría de IAEA	Población en ZP (% con relación al total de la ZP)	Superficie en ZP (% con relación al total de la ZU)	Población en ZR (% con relación al total de la ZR)	Superficie en ZR (% con relación al total de la ZU)
Muy Alta	19411 (18.7)	20 (15)	4492 (4.8)	4.1 (0.3)
Alta	26344 (25.4)	52.4 (39.3)	17039 (18.2)	87.4 (5.8)
Media	27073 (26.1)	19.2 (14.4)	29299 (31.4)	218 (14.6)
Baja	11207 (10.8)	29.8 (22.4)	23234 (24.9)	537.4 (35.9)
Muy Baja	19865 (19.1)	12 (9)	19339 (20.7)	648.4 (43.4)
Total (% en relación al total de la Zona)	103900 (96.3)	133.3 (93.4)	93403 (98.3)	1495.2 (88.6)
Sin información (% en relación al total de la Zona)	4010 (3.7)	9.4 (6.6)	1608 (1.7)	191.5 (11.4)
Valor del Indicador DDS por Zona		0.41		0.14
Total	107910	142.7	95011	1686.7

ZU: Zona Urbana, ZP: Zona Periurbana, ZR: Zona Rural

En el cuadro 5.11.a, se observan los porcentajes de población y superficie que ocupan las UGs en cada categoría de IAEA. Si observamos la Población en cada categoría, se aprecia que el mayor porcentaje de los habitantes reside en la categoría media del índice con el 29.6 % del total, y se concentra en una superficie del 16 %, ello evidencia que la población que habita en estas unidades se exponen a modificaciones del paisaje sin consecuencias graves para el

entorno. No obstante, reside un 12 % de la población con categoría de muy alta modificación antrópica del paisaje que también se debe a que se concentran en una superficie de 24 km², que sólo representa el 1.5 % de la superficie periurbana y rural.

Cuadro 5.11.a. Categorías de la Modificación Antropogénica por la Presencia de Elementos Antrópicos en el Paisaje de la Zona Periurbana y Rural.

Categorías del indicador según IAEA en las UGs	Según IAEA en cada UG (Km²)	Población total por categorías del IAEA (% en relación al total del indicador)	Área de las UGs Km² (% en relación al total del indicador)
Muy Alta	0.51 – 4.96	23903 (12.1)	24.1 (1.5)
Alta	0.25 – 0.50	43383(22)	140.31 (8.6)
Media	0.11 – 0.24	58358 (29.6)	269 (16.5)
Baja	0.02 – 0.10	37295 (18.9)	678.5 (41.7)
Muy Baja	0.0009 – 0.01	34364 (17.4)	516.6(31.7)
Total		197303(97.2)	1628.5 (89)
UGs sin Modificaciones Antrópicas aparente	0	5618 (2.8)	201.1 (11)

Superficie de la Zona Periurbana + Zona Rural= 1829.4 km², Población de Zona Periurbana + Zona Rural= 202921 habitantes

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 5.11.b, se muestran las categorías del indicador Modificación Antropogénica por la Presencia de Elementos Antrópicos en el Paisaje de la Zona Periurbana y Rural, en función de variables demográficas socio-económicas seleccionadas, con ello se analiza la influencia e interacción desde la perspectiva social.

Cuadro 5.11.b. Población en las Categorías del IAEA y relación con variables socio-económicas seleccionadas al interior de la Zona Periurbana y Rural.

Categorías de IAEA	DP (Categorías/valor del índice más frecuente en el rango)	ECO4 (población/ % en relación al total del indicador)	VIV0 (viviendas/ % en relación al total del indicador)
Muy Alta	Media (2)	8370 (10.5)	9472 (9.8)
Alta	Media (3)	15122 (19)	16958 (17.6)
Media	Alta (5)	26916 (33.8)	34838 (36.1)
Baja	Alta (4)	16479 (20.7)	17842 (18.5)
Muy Baja	Media (2)	12631 (15.9)	17325 (18)
Valor máximo en cada índice	162	79518	96435

Densidad de Población=DP, Tasa de Actividad Económica = ECO4, VIV0=Total de Viviendas

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 5.11.b, el indicador de la Modificación Antropogénica por la Presencia de Elementos Antrópicos en el Paisaje muestra valores medios de la densidad poblacional de en su categoría muy alta, con tendencia al rango muy bajo, lo que indica que la generalidad de los habitantes reside en áreas que no presentan modificaciones extremas al paisaje. Los porcentajes más altos de las variables; Tasa de actividad económica y el Total de viviendas coinciden en la categoría media de este indicador (IAEA).

La distribución espacial de las UGs por categorías de Modificación Antropogénica por la Presencia de Elementos Antrópicos en el Paisaje en la Zona Periurbana y Rural se muestra en el Mapa 5.11. Se observa el predominio de las unidades geocológicas con categoría muy alta y alta al norte y oeste de la Zona Periurbana, y al oeste en la Zona Rural con categoría media y alta.

En la categoría muy alta, de las Modificaciones Antrópicas del Paisaje las unidades más representativas son UGs; 204-24, 204-23 y 214-17 en las localidades Las Garzas (Privada del Bosque), San José Itzicuaró (Rancho Nuevo), y la colonia San Juanito Itzicuaró. En la categoría alta del indicador encontramos las UGs; 225-2, 24 y 64 en las colonias Arboledas (5 de mayo), el Cerrito Itzicuaró y la localidad Las Flores. En la categoría media las unidades más representativas son UGs; 150-3, 132-2 y 55-1 en las localidades Rosas de Guadalupe (Kilometro Catorce), Nueva Florida. Entre las principales unidades en la categoría baja se localizan las UGs; 215-18, 53-1 y 108-3, en las colonias El Durazno. En la categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 182-4, 98 y 150-4 en las localidades Felipe Ángeles, El Laurelito (La Izama), El Pedregal, ver Matriz de Datos Índices en Anexo 5.2 en Archivos Digitales en Excel.

En resumen, las Modificaciones de Elementos Antrópicos del Paisaje, analizadas en la Zona Periurbana y Rural, presentan valores altos y muy altos al oeste de la Zona Periurbana y en las localidades rurales principales. En la Zona Rural predominan las unidades con muy pocas modificaciones, ver Mapa 5.11. Modificación Antropogénica por la Presencia de Elementos Antrópicos en el Paisaje (IAEA) en la Zona Periurbana y Rural en sección de Referencias Cartográficas.

Mapa 5.11. Modificación Antropogénica por la Presencia de Elementos Antrópicos en el Paisaje (IAEA) en la Zona Periurbana y Rural.

- **Calidad del Entorno Habitacional _ (CEH)** (Zona Urbana, Periurbana y localidades rurales principales)

El indicador CEH se obtuvo a partir de la Base de Datos del Inventario Nacional de Viviendas 2016 del INEGI (por manzanas) e Informes de trabajo de campo, mediante la herramienta *Intersect* del Arcgis 10.0; se realiza la unión bajo la relación de uno a muchos de las diferentes capas que se incluyen en el cálculo del índice, ver metodología Cap. II, debido a que una unidad geocológica puede contener una o varias áreas, se procede a reclasificar por polígonos de las UGs mediante *Summarize* y se generó el valor promedio por capa en cada polígono. Ello permitió calcular; el Revestimiento de paredes, Agrupación de la Viviendas, Infraestructura Vial, Mobiliario Urbano y los Servicios en la Zona Periurbana y Rural. Con este dato se establecen 5 rangos o categorías, mediante el método de clasificación del SIG *Quantile*, ver Matriz de Datos Originales en Anexo 5.1 en Archivos Digitales en Excel.

La Calidad del Entorno Habitacional por unidades geocológica en la Zona Urbana, Periurbana y localidades rurales principales tiene valor de 31 puntos y se relaciona con un total de 679679 habitantes lo que representa el 82 % de la población total de la ZMM. Para la Zona Urbana la calidad del entorno habitacional es de 28.2 puntos, la Zona Periurbana tiene una CEH de 30.7 puntos y la Zona Rural alcanza un valor de 36.2 puntos (Cuadro 5.12). La CEH alcanza valores máximos de muy baja calidad de 70 puntos y valores mínimos de 15.8 puntos de muy alta calidad (de acuerdo al rango de sumatoria y la escala de factor de impacto) en algunas unidades geocológicas, (Cuadro 5.12.a).

En el cuadro 5.12 se muestran las categorías de la CEH al interior de la ZMM. En la Zona Urbana el 46.1 % de su población, se encuentra en la categoría muy alta del indicador, y ocupan una extensión de 31.7 % de la superficie de la Zona Urbana. En la Zona Periurbana, predomina también la población en las UGs con categoría muy alta, en estas unidades se presenta el 72.6 % de los habitantes, sin embargo las de mayor distribución en el periurbano, con el 46.7 % de su área, se ubican en la categoría baja. En las localidades Rurales principales seleccionadas se observa predominio de la población en la categoría muy baja del indicador, con el 73 % del total de la población relacionada con el indicador, en una superficie total del 88.7 % de estas unidades.

Cuadro 5.12. Distribución de la población y superficie por categorías del indicador de la Calidad del Entorno Habitacional de la Zona Urbana, Periurbana y localidades principales al interior de la ZMM.

Categoría de CEH	Población en ZU (% con relación al total de la ZU)	Superficie en ZU (% con relación al total de la ZU)	Población en ZP (% con relación al total de la ZP)	Superficie en ZP (% con relación al total de la ZU)	Población en ZR (% con relación al total de la ZR)	Superficie en ZR (% con relación al total de la ZU)
Muy Alta	285387 (46.1)	31.7 (32)	32102 (72.6)	4.7 (18)	0	0
Alta	82837 (13.4)	10.9 (11)	11 (0.02)	0.9 (3.4)	0	0
Media	107301 (17.3)	17.8 (18)	1882 (4.3)	1.2 (4.6)	0	0
Baja	88529 (14.3)	23.7 (24)	2032 (4.6)	12.2 (46.7)	4440 (27.1)	1.5 (10.6)
Muy Baja	54993 (8.9)	14.9 (15.1)	8217 (18.6)	7 (26.8)	11948 (72.9)	12.5 (88.7)
Total (% en relación al total de la Zona)	619047 (98.8)	99 (94.1)	44244 (41)	26.1 (18.3)	16388 (17.2)	14.1 (0.8)
Sin información(% en relación al total de la Zona)	7398	6.2	63666	116.6	78623	1672.6
Valor del Indicador CEH por Zona	28.2		30.7		36.2	
Total	626445	105.2	107910	142.7	95011	1686.7

ZU: Zona Urbana, ZP: Zona Periurbana, ZR: Zona Rural

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 5.12.a, se observan los porcentajes de población y superficie que ocupan las UGs en cada categoría de CEH. Si observamos la Población en cada categoría, se aprecia que el mayor porcentaje de los habitantes reside en la categoría muy alta del índice con el 31 % del total, y se distribuye en una superficie de 25.2 km², esto significa que la mayoría de la población que reside en la Zona Urbana y Periurbana convive bajo alta disponibilidad de beneficios y servicios de su entorno urbanístico. No obstante, es significativo que el 11 % de la población urbana y periurbana se encuentra bajo la categoría de muy baja calidad del entorno habitacional y en una extensión superficial que representa el 25 % del área total de las Zonas Urbana, Periurbana y localidades rurales principales. En el cuadro 5.12.b, se muestran las categorías del índice de Calidad del Entorno Habitacional de la Zona Periurbana y Urbana, en función de variables socio-económicas seleccionadas.

Cuadro 5.12.a. Categorías de la Calidad del Entorno Habitacional de la Zona Urbana, Periurbana y localidades principales (en habitantes y % de superficie).

Categorías del indicador según CEH en las UGs	Según CEH en cada UG (Rango de sumatoria, puntos)	Población total por categorías de la CEH (%)	Área de las UGs Km²(%)
Muy Alta	15.75 – 27.0	209347 (30.8)	25.2 (18.1)
Alta	27.01 – 29.0	190990 (28.1)	23.1 (16.6)
Media	29.01 – 31.43	109183 (16)	19.1 (13.7)
Baja	31.44 – 34.87	94813 (14)	37.3 (26.7)
Muy Baja	34.88 – 70.0	75346 (11.1)	34.6 (24.9)
UGs No consideradas en el cálculo del índice			1795.4 (92.8)
Total		679679 (82)	139.2 (7.2)

Superficie de la ZMM= 1934.6 km², Población POB1 de ZMM = 829366 habitantes en total

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 5.12.b, el indicador, en su categoría baja de calidad del entorno habitacional, presenta una densidad de población muy alta, esto indica que el mayor porcentaje de la población reside en espacio donde la calidad del entorno habitacional es baja y lo hace de manera aglomerada, y por tanto no cuentan con todos los servicios y beneficios del entorno urbano. Si a esto sumamos que un alto número de viviendas coincide con la categoría muy baja de la calidad habitacional, ello confirma la posibilidad de problemas sociales potenciales.

Cuadro 5.12.b. Población en las Categorías del CEH y relación con variables socio-económicas seleccionadas al interior de la Zona Urbana-Periurbana.

Categorías de CEH	DP (Categorías/valor del índice más frecuente en el rango)	VIV0 (valor del índice más frecuente en el rango)
Muy Alta	Muy Alta (26)	83387 (11.7)
Alta	Muy Alta (25)	62276 (12.7)
Media	Muy Alta (15)	35500 (14.8)
Baja	Muy Alta (12)	30621 (26)
Muy Baja	Alta (9)	27984 (35)
Valor máximo en cada índice	330	239768

Densidad de Población=DP, VIV0=Total de Viviendas

Fuente: Elaboración propia.

La distribución espacial de las UGs por categorías de la Calidad del Entorno Habitacional en la Zona Urbana, Periurbana y localidades principales se muestra en el Mapa 5.12. Se observa

el predominio de las unidades geocológicas con categoría muy baja y baja al norte y oeste en el límite entre la Zona Urbana y Periurbana, es decir en las unidades de la periferia del centro urbano de Morelia, las localidades rurales principales; Tarímbaro, Charo y Capula presentan valores muy bajos de calidad del entorno habitacional.

En la categoría muy alta, de la Calidad del Entorno Habitacional las unidades más representativas son; UGs 180, 205-15 y 104-1 en las colonias Fracc. Los Ángeles, Fracc. Xangari, Balcones de Morelia. En la categoría alta del indicador encontramos las UGs; 255-2, 38-8 y 101-4 en las colonias Pastor Manuel Sánchez Camarena, El Lago 1ra secc, Fracc. La Floresta Michoacana. En la categoría media las unidades más representativas son; UGs 38-4, 205-7 y 23-2 en las colonias El Lago 3, Ampl. Los Fresnos, Lomas de la Aurora (jardines de la aurora). Entre las principales unidades en la categoría baja se localizan las UGs; 47-10, 204-22 y 238-1, en las colonias Loma Dorada, Fracc. Fuentes de Valladolid, Lomas de San Juan. En la categoría muy baja, las principales unidades son UGs; 236-5, 239-2 y 218-20 en las colonias Loma de San Juan, Socialista, Buenavista, ver Matriz de Datos Índices en Anexo 5.2 en Archivos Digitales en Excel.

En resumen, la Calidad del Entorno Habitacional, evaluada para la Zona Urbana, Periurbana y localidades principales de la Zona Rural, presenta muy baja calidad hacia las unidades de la periferia en los límites entre la Zona Urbana y Periurbana; principalmente al norte y noroeste de la ciudad. En las localidades rurales seleccionadas la calidad del entorno de las viviendas es muy bajo. En la Zona Metropolitana hay 58605 viviendas, el 61 % del total, que se encuentran en unidades geocológicas en categorías de muy baja y baja calidad del entorno habitacional, ver Mapa 5.12. Calidad del Entorno Habitacional (CEH) de la Zona Urbana, Periurbana y localidades principales en sección de Referencias Cartográficas.

Mapa 5.12. Calidad del Entorno Habitacional (CEH) de la Zona Urbana, Periurbana y localidades principales.

V.2. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE LA DEGRADACIÓN DE LOS COMPONENTES NATURALES Y MODIFICACIONES ANTROPOGÉNICAS DE LA ZONA METROPOLITANA DE MORELIA.

V.2.1. Variables referentes a la degradación de los componentes naturales y las modificaciones antropogénicas al paisaje.

Se seleccionaron 12 indicadores que sintetizan la problemática general referente a los componentes del paisaje, la vegetación, suelos, hidrología, relieve, geología, atmósfera y de la modificación antropogénica, evaluados en las unidades geoecológicas, con el objetivo de obtener una perspectiva multicriterio del estado natural-antrópico de la ZMM. Durante este proceso se estudiaron algunos componentes naturales y una dimensión antropogénica de la modificación, por medio de indicadores e índices compuestos por 24 variables que han sido descritos y evaluados anteriormente en el epígrafe II.5.

V.2.2. Compilación de la Matriz de Datos Originales (MDO)

Luego de seleccionar los indicadores, se transfieren los datos obtenidos a las unidades geoecológicas mediante diferentes técnicas en el SIG Arcgis 10.0. Posteriormente se organizan los datos en una Matriz de Datos Geográficos Originales de las variables que integran los diferentes indicadores e índices de los Componentes Naturales y Antrópicas (MDO_CNMA), en donde las filas coinciden con los polígonos de las unidades geoecológicas y las columnas corresponde a las 24 variables que componen los indicadores seleccionados, ([ver Anexo 5.1 en Archivos Digitales en Excel](#)).

V.2.3. Obtención de la Matriz de Datos Índices (MDI)

A partir de la Matriz de Datos Originales por unidades geoecológicas, se realizaron los cálculos para la obtención de los índices e indicadores, estos se llevaron a cabo de acuerdo a las orientaciones metodológicas en cada caso, ver metodología cap. II, con ello se obtuvo una nueva matriz, que se denomina Matriz de Datos Índices de los Componentes Naturales y Antrópicas (MDI_CNMA), ([ver Anexo 5.2 en Archivos Digitales en Excel](#)).

V.2.4. Obtención de la Matriz de Datos Estandarizados de los Componentes Naturales y Antrópicas (MDZ_CNMA)

Teniendo en cuenta que los índices e indicadores miden diversos fenómenos o eventos en diferentes escalas, los resultados obtenidos en la Matriz de Datos Índices se normalizaron en una escala numérica de 0 a 1, empleando el valor máximo por cada indicador. La normalización de los indicadores se obtiene a partir del puntaje estándar, descrito anteriormente en la metodología. El procedimiento se realiza para todos los indicadores e índices, cada columna de datos índices pasa a ser una columna de puntajes Z , que se desvía en valores positivos y negativos, al realizar esto se comprobó que los resultados estandarizados por cada uno presenten los siguientes datos: $\Sigma=0$, $m = 0$, y $\sigma =1$ por cada indicador, ([ver Anexo 5.3 en Archivos Digitales en Excel](#)).

V.2.5. Clasificación bivariada o análisis de correlación de indicadores

Los valores del coeficiente de correlación se distribuyen entre 1 y -1 , indicando una correlación positiva perfecta y una correlación negativa perfecta respectivamente, siendo el valor 0 de nula relación, es decir, de una distribución aleatoria de los datos. Para el análisis del sentido de la relación se calcula la recta de regresión lineal, ver metodología cap. II. En este caso el análisis de correlación se realizó para los componentes naturales; vegetación, suelo e hidrología, debido a que en cada uno de ellos se analizan dos o más indicadores.

Componente Vegetación:

- Índice de Importancia de las Zonas Verdes _IIZV
- Índice de Transformación de la Cobertura Vegetal Natural _ITCVN
- Índice de Antropización de la Cobertura Superficial _IACS

Para el grupo de componentes de vegetación, como se muestra en el cuadro 4.13, se aprecian las correlaciones momento mediante el método de Pearson, entre este par de indicadores; Índice de Transformación de la Cobertura Vegetal Natural y el Índice de Antropización de la Cobertura Superficial. El valor en rojo señala correlaciones significativamente altas (-0.916), que deben ser consideradas para determinar qué indicadores pudieran ser excluidos por presentar redundancia explicativa.

Cuadro 5.13. Correlaciones entre los componentes de Vegetación.

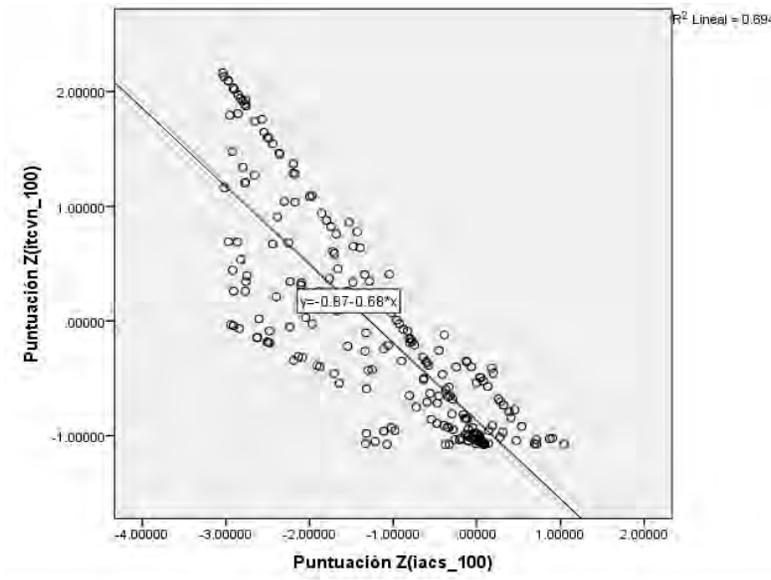
Matriz de proximidades

	Correlación entre vectores de valores		
	Puntuación Z(IIZV)	Puntuación Z(ITCVN)	Puntuación Z(IACS)
Puntuación Z(IIZV)	1.000	-.023	-.133
Puntuación Z(ITCVN)	-.023	1.000	-.916
Puntuación Z(IACS)	-.133	-.916	1.000

Esto es una matriz de similaridad __ Correlación de Pearson

Se realizó una observación del gráfico del diagrama de dispersión entre los indicadores que muestra que el valor relativamente alto de correlación se debe a una parte de los indicadores próximos en un nivel 1, debido a que se analiza un elemento común que es la vegetación, pero con diferentes características, no obstante se aprecia dispersión en la generalidad de los puntos, y presenta una correlación lineal con un coeficiente de determinación $R^2 = 0.694$, es decir por debajo del límite significativo que es (+/- 0.7) además la prueba de significación bilateral observamos que el resultado es de 0.01, lo que resulta muy bajo para excluir alguno de estos indicadores en la evaluación del índice en la ZMM.

Gráfico 5.1. Correlaciones entre los indicadores ZIIZV, ZITCVN y ZIACS.



Con ello comprobamos que cada uno de los indicadores expresa un evento diferente de la ZMM. Los indicadores que se analizan en este grupo no son redundantes, por lo que son

aptos para evaluar la situación físico-geográfica y antrópico en la Zona Metropolitana de Morelia.

Cuadro 5.14. Correlaciones entre los indicadores del componente vegetación.

		Correlaciones		
		IIZV	ITCVN	IACS
IIZV	Correlación de Pearson	1	-.086	-.313**
	Sig. (bilateral)		.467	.000
	N	648	73	643
ITCVN	Correlación de Pearson	-.086	1	-.833**
	Sig. (bilateral)	.467		.000
	N	73	234	217
IACS	Correlación de Pearson	-.313**	-.833**	1
	Sig. (bilateral)	.000	.000	
	N	643	217	881

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Componente Suelo:

- Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre _ (DPSCT)
- Degradación del Suelo _DS

Cuadro 5.15. Correlaciones entre los indicadores del componente Suelo.

	Matriz de proximidades	
	Correlación entre vectores de valores	
	Puntuación Z(DPSCT 100)	Puntuación Z(DS)
Puntuación Z(DPSCT)	1.000	-.120
Puntuación Z(DS)	-.120	1.000

Esto es una matriz de similitud _ Correlación de Pearson

Componente Hidrología:

- Densidad de Drenaje Superficial _DDS
- Condiciones de Riesgos Hidrológicos e Hidrotécnicos _CRHH

Cuadro 5.16. Correlaciones entre los indicadores del componente hidrológico.

Matriz de proximidades

	Correlación entre vectores de valores	
	Puntuación Z(DDS)	Puntuación Z(CRHH)
Puntuación Z(DDS)	1.000	.467
Puntuación Z(CRHH)	.467	1.000

Esto es una matriz de similaridad _ Correlación de Pearson

Para el grupo de indicadores de suelo e hidrología, como se muestra en el cuadro 4.15 y 4.16, no se aprecian valores significativos de correlación alta entre ellos, con ello comprobamos que cada uno de los indicadores expresa un evento diferente de la ZMM. De esta manera, los indicadores que componen el índice de la Degradación de los Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas no son redundantes, por lo que son aptos para evaluar la situación en la Zona Metropolitana de Morelia.

V.2.6. Clasificación de los Indicadores en la Matriz de Datos Índices en Categorías

Se clasificó cada indicador e índice en cinco categorías mediante los métodos de clasificación (*Natural Breaks* y *Quantile*) en el ambiente SIG de Arcgis 10.0. Los indicadores se clasifican en 5 categorías; muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto.

V.2.6.1. Obtención de la Matriz de Datos Categorizados por grado de intensidad de los Componentes Naturales (MDC_CNMA)

Un análisis de la MDI_CNMA permite ubicar conceptualmente sus indicadores en dos grupos:

Variables de beneficio

- Índice de importancia de las zonas verdes _IIZV
- Densidad de Drenaje Superficial _DDS
- Calidad del Entorno Habitacional _CEH

Variables de costo:

- Índice de Transformación de la Cobertura Vegetal Natural _ITCVN
- Índice de Antropización de la Cobertura Superficial _IACS

- Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre _DPSCT
- Degradación del Suelo _DS
- Condiciones de Riesgos Hidrológicos e Hidrotécnicos _CRHH
- Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización _IPU
- Riesgo por Fallas y Fracturas _RFF
- Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio _ECAP
- Índice de Modificación Antropogénica por la Presencia de Elementos Antrópicos en el Paisaje _IAEA

A partir de la Matriz de Datos Categorizados se genera una nueva información de los índices e indicadores, mediante la clasificación por nivel de intensidad de cada uno de ellos, y se sustituyen en una nueva matriz, ([ver Anexo 5.4 en Archivos Digitales en Excel](#)).

Cuadro 5.15. Valor por nivel de intensidad del impacto de los indicadores de costo y beneficio.

Categorías Clasificación _SIG	Nivel de Intensidad	
	Indicadores de beneficio	Indicadores de costo
Muy Alta	1	5
Alta	2	4
Media	3	3
Baja	4	2
Muy Baja	5	1

Fuente: Elaborado por el autor

V.2.7. Método para el Proceso de Análisis Jerárquico. Árbol de decisiones

La ponderación se llevó a cabo mediante el cálculo del coeficiente de ponderación o peso de cada indicador e índice, en la matriz de datos categorizados en un proceso de análisis jerárquico. Este coeficiente de ponderación se multiplicó por los valores de cada indicador en la (MDC_CNMA). Para la aplicación del software se siguen los siguientes pasos;

La estructura del modelo jerárquico tiene como objetivo o meta; Determinar el grado de influencia de cada indicador en el cálculo de la Degradación de los Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas, el cual es introducido en el software *Expert Choice*, conservando los grupos y la jerarquía de los indicadores.

Comparaciones pareadas entre grupos de indicadores; se realizó la comparación pareada de los indicadores que componen el índice. En esta etapa del análisis se asignaron valores

numéricos a las preferencias o juicios dados por los expertos, de esta manera se pudo medir la contribución de cada indicador e índice en la obtención del objetivo o meta principal. De forma simultánea a las comparaciones pareadas se realizó un análisis comparativo entre los mapas de cada indicador y las relaciones espaciales que presentan. Bajo el análisis visual y estadístico de dichos mapas se establecieron los valores de preferencia sobre cada atributo (indicadores e índices). Así mismo, es determinante en este proceso de análisis jerárquico el conocimiento previo y la experiencia adquirida en trabajos relacionados a la evaluación del territorio por parte del experto. Los valores de juicio dados durante las comparaciones pareadas, se fundamentan en escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad, tomando como plataforma la escala numérica (Cuadro 2.11, Cap. II) propuesta por Saaty que va desde 1 hasta 9 (Toskano, 2005, ver metodología cap. II).

Para cada grupo de indicadores, los expertos analizaron el grado de influencia de cada indicador dentro del índice para asignar valores a cada juicio emitido:

El valor más alto es asignado al indicador por Riesgos de Fallas y Fracturas ya que el impacto que este indicador tiene en el área de estudio puede ser de grandes dimensiones y se encuentra vinculado a eventos naturales, que no pueden ser controlados. Las siguientes calificaciones de 7 y 8 se les asignaron a los indicadores Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización y al Índice de Modificación Antropogénica por la Presencia de Elementos Antrópicos en el Paisaje respectivamente, porque se consideran indicadores con alto impacto para la población tanto en la zona urbana como en las zonas rurales y con probabilidades de irreversibilidad. La Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio ocupa la calificación de 6 en la escala, ya que se tiene en cuenta el impacto en toda la Zona Metropolitana que se evalúa, como parte de una problemática que es monitoreada en el área de estudio. La Calidad del Entorno Habitacional clasificada con 5, sobre la base de la importancia que tiene el conjunto que conforma la infraestructura urbana principalmente en el centro urbano de la ZMM. Los indicadores; Riesgos Hidrológicos e Hidrotécnicos, Densidad de Drenaje Superficial y el Índice de Importancia de las Zonas Verdes se calificaron con 4 y 3, a partir de la información y relevancia que aportan para la evaluación de los componentes naturales en el área de estudio. Finalmente el Índice de Transformación de la Cobertura Vegetal Natural y el Índice de Antropización de la Cobertura Superficial se califican con 2 debido a que son indicadores que se complementan en el análisis general de la cobertura el suelo en el área de estudio.

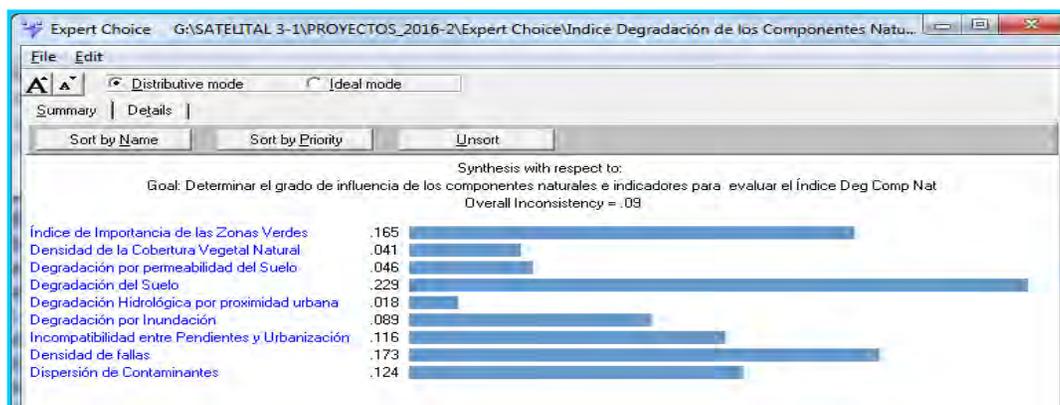
Cuadro 5.16. Calificación de los indicadores según criterio de expertos.

Indicadores Vegetación:	Calificación
Índice de Importancia de las Zonas Verdes _IIZV	3
Índice de Transformación de la Cobertura Vegetal Natural _ITCVN	2
Índice de Antropización de la Cobertura Superficial _IACS	2
Indicadores Suelos:	Calificación
Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre _DPSTT	1
Degradación del Suelo _DS	3
Indicadores Hidrología:	Calificación
Condiciones de Riesgos Hidrológicos e Hidrotécnicos _CRHH	4
Densidad de Drenaje Superficial _DDS	4
Indicadores Relieve:	Calificación
Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización _IPU	7
Indicadores Geología:	Calificación
Riesgo por Fallas y Fracturas _RFF	9
Indicadores Atmosfera:	Calificación
Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio _ECAP	6
Indicadores Antrópicos:	Calificación
Índice de Modificación Antropogénica por la Presencia de Elementos Antrópicos en el Paisaje _IAEA	8
Calidad del Entorno Habitacional _CEH	5

Fuente: Elaborado por el autor.

Prioridad de los Indicadores; una vez elaboradas las comparaciones pareadas se calculó la prioridad que adquiere cada indicador en términos de la meta global, que en este caso es; Determinar el grado de influencia de cada indicador en el cálculo del Índice de la Degradación de los Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas para la ponderación de los indicadores, ingresando en el software las calificaciones asignadas por el criterio de expertos, ver figura 5.1.

Figura 5.1. Ejemplo de la Estructura de la ponderación final de indicadores, *expert choice*.



Fuente: Elaborado por el autor.

Posteriormente, se elabora una matriz con los valores categorizados de cada indicador y con los valores obtenidos en el árbol de decisiones, ambos valores son multiplicados para obtener la ponderación, como se muestra en el cuadro, y con ello se obtuvo una nueva matriz denominada Matriz de Datos Ponderados de los Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas (MDPond _CNMA), ([ver Anexo 5.5 en Archivos Digitales en Excel](#)).

V.2.8. Obtención del Índice Sintético

A partir de la matriz de datos ponderados (MDPond _CNA), se suman de forma horizontal en el sentido de las filas por cada polígono de unidad geocológica, el resultado se incluye en una nueva columna que se identifica como Índice Sintético de acuerdo al grupo de indicadores que se analizó de la Degradación de los Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas, con ello se genera la Matriz de Datos del Índice Sintético de los Componentes Naturales y las Modificaciones Antropogénicas (MDSi_ICNMA), ([ver Anexo 5.6 en Archivos Digitales en Excel](#)). A continuación se muestran los Rangos de valores y Categorías del Índice, ver cuadro 5.17.

Cuadro 5.17. Categorías del Estado del índice de la Degradación de los Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas en la ZMM.

Rangos de valores del Índice	Categorías del Índice _ZMM	Cant. Polígonos UGs	Cant. Superficie
0.58 – 0.92	Sin Degradación	53	693.4
0.93 – 1.60	Sin Degradación a Poca Degradación	263	1022.5
1.61 – 2.28	Poca Degradación	134	54.4
2.29 – 2.96	Degradado	135	55.9
2.97 – 3.79	Muy Degradado	313	108.4
Total		898	1934.6

Fuente: Elaborado por el autor.

[Mapa 5.13. Índice de la Degradación de los Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas](#)

V.3. CARACTERIZACIÓN DE LAS CATEGORÍAS DEL ÍNDICE DE LA DEGRADACIÓN DE LOS COMPONENTES NATURALES Y MODIFICACIONES ANTROPOGÉNICAS

A continuación se analiza la Degradación de los Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas por rangos del índice sintético calculado por unidades geocológicas y se listan a continuación las características principales de cada rango, ver cuadro 5.18.

V.3.1. Categoría Sin Degradación

Unidades Geocológicas en Situación de Sin Degradación. Rango 1 (0.58–0.92)

Se muestran 54 unidades geocológicas clasificadas en esta categoría, las unidades se caracterizan por no presentar Degradación en los Componentes Naturales ni Modificaciones Antropogénicas y se ubican en su mayoría en la Zona Rural.

El Índice de Importancia de las Zonas Verdes (IIZV) y la Calidad del Entorno Habitacional (CEH), no presentan valores en la categoría, esto se debe al área que se tomó en cuenta para el cálculo de estos indicadores (Zona Urbana). La Densidad de Drenaje Superficial (DDS) en estas UGs es media y en varias unidades no hay corrientes superficiales, el escurrimiento concentrado es bajo predomina la infiltración o hay estancamiento de agua.

La degradación de la vegetación se evalúa por medio del Índice de Transformación de la Cobertura Vegetal Natural (ITCVN), el cual es muy bajo, es decir se mantienen coberturas de vegetación poco modificadas. El Índice de Antropización de la Cobertura Superficial (IACS) que presenta valores medios, relacionado al alto porcentaje de vegetación secundaria existente en la Zona Rural, de conjunto con las grandes áreas de cultivos, al norte de la ZMM principalmente. La Degradación de los Suelos, se presenta con valores muy bajos en la mayoría de las unidades, es decir no hay pérdida de las propiedades físico-químicas de los mismos, la Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre (DPSTT) es muy alta en la mitad de las UGs, donde la permeabilidad es alta y la naturalidad del suelo baja, son las UGs relacionadas con los asentamientos humanos presentes en estas áreas rurales y los movimientos de suelos por el uso agrícola principalmente.

Los indicadores de degradación antropogénica como; las Condiciones de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico (CRHH) y la Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización (IPU) se muestran sin valores, porque estos indicadores sólo han sido evaluados para la Zona Urbana.

El Riesgo por Fallas y Fracturas (RFF), la Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio (ECAP) y el Índice de Modificación Antropogénica por la Presencia de Elementos Antrópicos en el Paisaje (IAEA) presenta valores muy bajos del 85 % de las unidades, hay UGs que no presentan valores en los dos primeros indicadores, ello muestra en general, que estas unidades no presentan indicativos de degradación, no hay contaminación atmosférica significativa, es bajo el riesgo por presencia de fallas y es poca la presencia de elementos antrópicos introducidos al paisaje. Las unidades geoecológicas con categoría Sin Degradación se localizan en su totalidad en la Zona Rural. Las unidades más representativas son las UGs; 268-4, 142-1 y 270-2, que coinciden con las localidades las Trojes y otras dos localidades que no tienen nombre, estas unidades alcanzan entre 0.02 y 101.7 km².

Los Componentes Naturales de la Zona Metropolitana de Morelia y sus Modificaciones Antropogénicas en las unidades geoecológicas en Situación Sin Degradación, se caracterizan por estar poco habitadas; se distribuyen en un área total de 693.4 km² que representa el 35.8 % de la superficie de la ZMM. Habitan un total de 9703 personas, que se subdividen en 5111 mujeres y 4370 hombres, la población reside en un total de 3154 viviendas. La población infantil en la categoría es de 1555 niñas y 1524 niños, la población del adulto mayor bajo este escenario es de 354 ancianas y 324 ancianos. Al interior de esta categoría, con las mejores condiciones físico-geográficas y sin modificaciones antropogénicas significativas, existen más mujeres (en los 3 grupos etarios) que hombres en edad laboral. Las 54 unidades geoecológicas se identifican principalmente con la tipología; Vegetación, Áreas cultivadas y Cobertura hídrica. Las unidades geoecológicas en esta categoría se caracterizan por no presentar degradación o modificaciones antropogénicas de sus componentes naturales.

Fotografías 5.1. Unidades Geocológicas en condiciones Físico-Geográficas y Modificaciones Antropogénicas Sin Degradación.



Fuente: Elaboración propia.

V.3.2. Categorías Sin Degradación a Poca Degradación

Unidades Geocológicas en Situación de Sin Degradación a Poca Degradación. Rango 2 (0.93–1.60)

Conforman esta categoría 262 unidades geocológicas; los indicadores se comportan con tendencia a la degradación de alguno de los componentes naturales y la ocurrencia de modificaciones antropogénicas, pero en general tanto la degradación como las modificaciones son bajas. Las unidades con estas características se ubican principalmente en las áreas Rurales de la Zona Metropolitana.

El Índice de Importancia de las Zonas Verdes (IIZV) presenta en la mayoría de las UGs valores muy altos, esto se relaciona con una interacción moderada de la actividad antrópica en las UGs, es decir poca modificación; hay buena cobertura de vegetación en las unidades urbanizadas. La Densidad de Drenaje Superficial (DDS) es alta a media, ello nos indica que hay buen drenaje superficial.

El Índice de Transformación de la Cobertura Vegetal Natural (ITCVN Zona Rural), presenta categoría muy baja, ello indica que aún hay vegetación natural, aunque con diferentes grados de modificación. El Índice de Antropización de la Cobertura Superficial (IACS Zona Metropolitana), muestra en la mayoría de sus unidades geocológicas (113 UGs, 43 %), valores medios; la antropización está asociada con la presencia de zonas de cultivos.

La degradación de los suelos de acuerdo a los índices evaluados muestra que la Degradación del Suelo es muy baja en las UGs de esta categoría, por tanto los suelos aún mantienen sus propiedades físico-químicas y no hay fuertes pérdidas por erosión. La Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre (DPSTT) es muy alta en 118 UGs de las 262 unidades (45 %) en esta Situación, ello se asocia a los asentamientos humanos dispersos en el área y en menor grado al uso agrícola en particular de temporal.

Los indicadores de degradación antropogénica como; las Condiciones de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico (CRHH), la Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización (IPU), la Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio (ECAP) y el Índice de Modificación Antropogénica por la Presencia de Elementos Antrópicos en el Paisaje (IAEA) presentan en la mayoría de las UGs valores muy bajos; ello es indicador de falta de sistemas de alcantarillado y drenaje en aquellas unidades con urbanización, viviendas en construidas en condiciones adecuadas del relieve, ausencia de contaminación atmosférica, que pocos elementos antropogénicos se han introducido a las UGs, es decir, en general una baja antropización.

El Riesgo por Fallas y Fracturas (RFF), presenta en la mayoría de las unidades geocológicas valores medios, ello indica que se pueden presentar riesgos al entorno físico-geográfico y social por eventos de sismicidad.

En la Situación Sin Degradación a Poca Degradación se identifican 6 unidades geocológicas en la Zona Urbana (2 %), 71 de la Zona Periurbana (27 %) y 185 de la Zona Rural (71 %), se distribuyen en un área de 1022.5 km², lo que representa el 52.9 % de la ZMM en total, es la Situación más importante en superficie. Las 6 UGs de la Zona Urbana se distribuyen en una superficie de 1.04 km² lo que representa el 0.05 % de la ZMM, las 71 unidades en la Zona Periurbana, en un área de 47 km² siendo el 2.4 % del área total metropolitana y 185 UGs de la Zona Rural se extienden en 973.2 km² para un 50.3 % de la superficie total metropolitana.

En la Zona Urbana las unidades geocológicas presentan una superficie entre 0.013 y 0.86 km², entre las unidades más representativas se localizan las UGs; 111-6, 113-8 y 50-14 que coinciden con las colonias Lomas de Santa María, Trincheras de Morelos y Solidaridad. Las unidades Periurbanas tienen una superficie entre 0.011 y 9.46 km², en esta zona encontramos

como más representativas las UGs; 116-5, 121-4 y 191 correspondientes a las localidades rurales Pablo Galeana y otras dos localidades que no tienen nombre. En la Zona Rural las unidades abarcan entre 0.012 y 64.6 km², por ejemplo las UGs; 134-3, 273 y 54, en las localidades El Columpio, San José Coapa y Sin Nombre. Las UGs son identificadas por las tipologías habitacional, infraestructura urbana, cobertura vegetal y cultivos.

La población total bajo este escenario es de 69679 habitantes, de los cuáles 34714 son mujeres y 34486 son hombres, esta población vive en un total de 23705 viviendas. Así mismo, la población infantil es de 10191 niñas y 10237 niños, por su parte los adultos mayores se separan en 2457 mujeres y 2491 hombres. Para este rango las unidades geocológicas presentan baja Degradación de los Componentes Naturales y bajas Modificaciones Antropogénicas.

Fotografías 5.2. Unidades Geocológicas en condiciones Físico-Geográficas y Modificaciones Antropogénicas Sin Degradación a Poca Degradación.



V.3.3. Categoría Poca Degradación

Unidades Geocológicas en Situación de Poca Degradación. Rango 3 (1.61–2.28)

Se clasifican 269 unidades geocológicas en esta categoría que se caracteriza por presentar degradación alta en algunos Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas en

menor magnitud. Se distribuyen predominando en la Zona Periurbana (131), en la Urbana (117) y en menor grado en la Rural (21).

La Densidad de Drenaje Superficial (DDS) en su mayoría no presenta valores del indicador (143 UGs, 53 %), lo que indica que en la mitad de las unidades el drenaje superficial es deficitario, y de predominar la infiltración habrá tendencia al encharcamiento en época de lluvia (Zona Periurbana y Rural), mientras que en las unidades de la Zona Urbana el drenaje natural ha sido transformado y no presenta valores reales; para aquellas unidades con valores presentes del indicador (el 47 %), encontramos un porcentaje significativo en los valores altos, ello refleja que hay buen drenaje superficial, concentrado; estas diferencias están relacionadas con la presencia de las unidades en posiciones diferentes del relieve y poca urbanización.

La degradación de la vegetación se evalúa mediante el Índice de Importancia de las Zonas Verdes (IIZV, sólo para la zona urbana y periurbana), muestra valores muy altos, con tendencia a los valores altos y medios, esto refleja que existe una relación adecuada entre las superficies de áreas verdes y la población que habita en estas UGs. El Índice de Transformación de la Cobertura Vegetal Natural (ITCVN) no tiene valor en 230 de las 269 unidades (86 %) de esta Situación (debido a que este indicador fue calculado para la zona rural y este rango abarca la zona periurbana principalmente), en el 14 % de unidades con valor del indicador presenta valores muy bajos, lo que indica la pérdida de cobertura natural por modificación antropogénica lo que ha conllevado a la degradación del componente. El Índice de Antropización de la Cobertura Superficial (IACS- Zona Metropolitana) es muy alto en la mitad de las unidades (129 UGs), esto se debe a la presencia de la urbanización y se relaciona con las zonas urbanas y periurbanas respectivamente.

La Degradación del Suelo (DS) es muy baja en las unidades rurales y del periurbano, y la Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre (DPSTT), es muy alta en 262 UGs, lo que muestra niveles altos de impermeabilidad del suelo por la presencia de alta cobertura por infraestructura en las UGs, es decir alta degradación y modificación del componente.

Entre los índices de modificación antropogénica encontramos que las Condiciones de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico (CRHH - Zona Urbana) muestra mayores porcentajes en los

valores medios, lo que indica que en algunas urbanizaciones falta infraestructura para el transporte de residuales o hay posibilidades de inundaciones. La Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización (IPU), la Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio (ECAP) y el Índice de Modificación Antropogénica por la Presencia de Elementos Antrópicos en el Paisaje (IAEA), muestran valores muy bajos, o presentan la mayor cantidad de unidades sin valor del indicador, en particular el IAEA por no calcularse en la Zona Urbana; es decir, las viviendas están construidas en consonancia con el relieve, no hay contaminación atmosférica significativa, y en las unidades del periurbano y rurales, no hay un alto número de elementos antropogénicos introducidos. Ello refleja que existe degradación del componente natural en estos espacios pero no es intensa la modificación antropogénica.

El Riesgo por Fallas y Fracturas (RFF), tiene en la mayoría de unidades geoecológicas valores medios, ello refleja la existencia de fallas y fracturas en estas áreas que pueden representar riesgos a la población por eventos de sismicidad.

Entre las unidades geoecológicas con Situación Poca Degradación se identifican 117 unidades en la Zona Urbana, 131 de la Zona Periurbana y 21 de la Zona Rural, que abarcan un total de 54.4 km², las cuales representan el 2.8 % de la superficie total de la ZMM. Se distribuyen en la Zona Urbana en una extensión de 14.3 km² que representa el 0.7 % del área total, en la Zona Periurbana en 78.9 km² con el 4.1 % y en la Zona Rural en una extensión territorial de 17.1 km² y el 0.9 % del total de la ZMM.

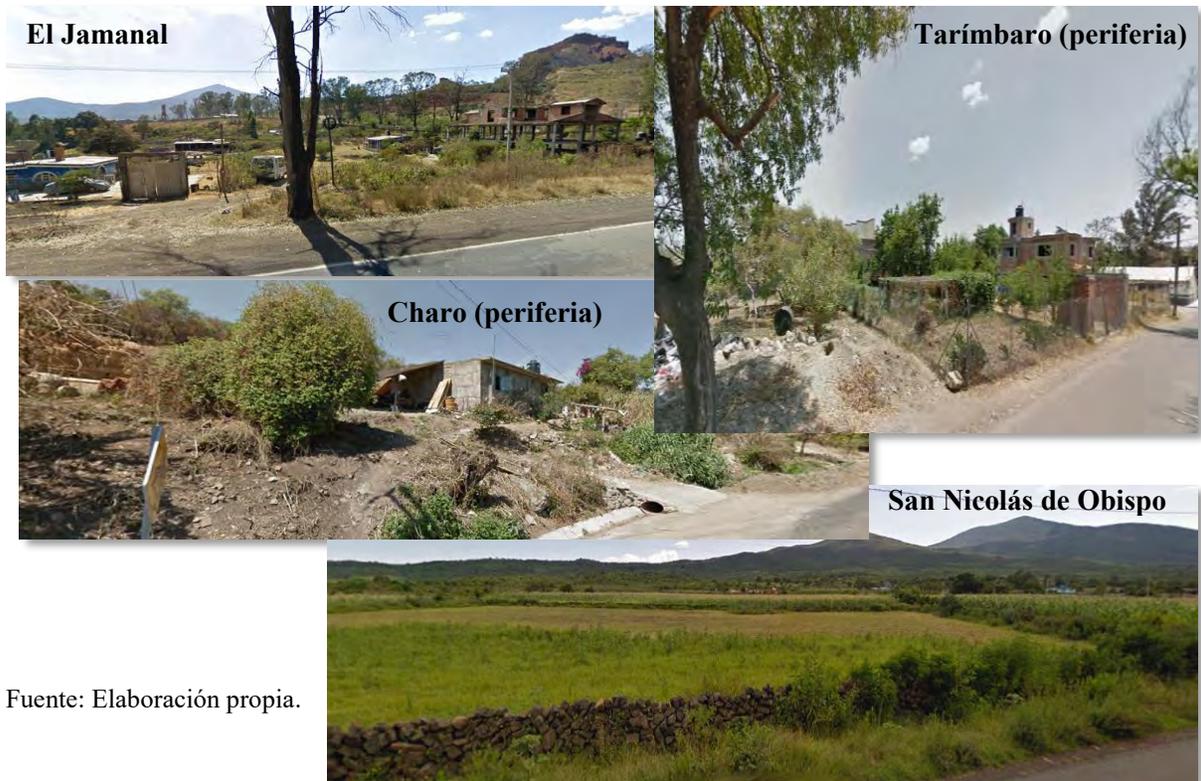
En la Zona Rural las unidades presentan una superficie entre 0.08 y 3.61 km², las más representativas de esta categoría son las unidades UGs; 256-1, 62-1 y 267-1 que coinciden con la colonia Barrio del Prendimiento, Barrio de San Francisco y Barrio de Dolores. Las unidades Periurbanas tienen una superficie entre 0.008 y 14.3 km², en esta zona encontramos como representativas las UGs; 209-1, 187-3 y 187-2, correspondientes a las colonias Benito Juárez, Pastor Ortiz y una UG sin nombre. En la Zona Urbana las unidades abarcan entre 0.006 y 1.13 km², las más significativas son las UGs; 236-3, 102-13 y 116-1 en las colonias Unidad Hab. Plan de Ayala, La Morita y Arboleda la Huerta.

Entre las UGs de la categoría existe un predominio de las tipologías, habitacional e infraestructura urbana y áreas de cultivos.

En estos espacios vive una población total de 101164, de ellas 51305 son mujeres y 48414 son hombres, además existe una población infantil de 14275 niñas y 14901 niños, seguido de otro grupo demográfico en riesgo como 1881 mujeres de la tercera edad y 1757 hombres adultos mayores.

Para el grupo de unidades en Situación de Poca Degradación en la Zona Metropolitana de Morelia el resultado del análisis de los indicadores muestran para las unidades geoecológicas altos niveles de degradación en algunos componentes naturales (Suelos y Vegetación) y bajos niveles de modificación antropogénica, con tendencias al incremento de las modificaciones antropogénicas hacia valores medios de antropización.

Fotografías 5.3. Unidades Geoecológicas en condiciones Físico-Geográficas y Modificaciones Antropogénicas con Poca Degradación.



Fuente: Elaboración propia.

V.3.4. Categoría Degradado

Unidades Geocológicas en Situación de Degradadas. Rango 4 (2.29–2.96)

Se incorporan 258 unidades geocológicas a esta Situación en la cual los indicadores reflejan degradación significativa de los componentes naturales y fuertes modificaciones antropogénicas en las mismas. Encontramos 228 UGs en la Zona Urbana, 28 unidades en la Zona Periurbana y 2 UGs en la Zona Rural. Se distribuyen en un área de 55.9 km², lo que representa el 2.9 % de la ZMM.

La Densidad de Drenaje Superficial (DDS) muestra su mayor porcentaje en la categoría alta para el 46 % de las UGs, ubicadas principalmente en la Zona Periurbana, lo que indica un buen drenaje superficial relacionado con relieves de laderas y rampas, es decir, la existencia de abundantes corrientes permanentes y temporales; aunque existen 140 unidades (54 %), sin valor del indicador, relacionadas a la transformación del drenaje superficial por la urbanización.

El Índice de Importancia de las Zonas Verdes (IIZV - Zona Urbana) presenta en la mayoría de sus unidades geocológicas valores muy bajos, es decir, existen pocas zonas verdes por habitantes en las urbanizaciones. La Transformación de la Cobertura Vegetal Natural (ITCVN - Zona Rural) presenta 240 unidades sin valor para el indicador debido a que sólo se calcula para la Zona Rural, en las restantes unidades tiene valores muy altos lo que nos indica la ausencia total de la cobertura vegetal natural en las mismas. El Índice de Antropización de la Cobertura Superficial (IACS - Zona Metropolitana) presenta el mayor porcentaje de UGs en valores muy altos, ello está relacionado con la fuerte urbanización en estos espacios. Todo ello muestra alta degradación del componente natural y fuerte antropización de las unidades geocológicas

La Degradación del Suelo (DS) y la Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre (DPSTT) son muy altas en la mayoría de las unidades geocológicas, la cobertura por urbanización y por tanto el nivel de impermeabilidad del suelo son significativos en estas unidades, por tanto el componente está fuertemente degradado y muy modificado.

La antropización del componente hidrológico muestra que las Condiciones de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico (CRHH), tiene mayores porcentajes de valores altos, esto indica

que existen niveles de modificaciones antropogénicas importantes en el paisaje a causa de las transformaciones y la cobertura de los servicios de la red de drenaje de aguas residuales y pluviales, también posibles unidades con potencial para inundarse.

La Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización (IPU) y la Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio (ECAP), muestran valores altos a muy altos en algunas unidades geocológicas puntuales, ello indica que la generalidad de las viviendas se construyen de manera compatible con el relieve y no llega la contaminación atmosférica, sin embargo existen 5 unidades geocológicas con presencia de problemáticas por infraestructura urbana incompatible y la población es afectada por contaminación de gases tóxicos. El Índice de Modificación Antropogénica por la Presencia de Elementos Antrópicos en el Paisaje (IAEA) tiene valores en un total de 28 UGs, esto se debe a que este indicador fue calculado para la Zona Periurbana y Rural, predominan los valores bajos entre las unidades que contienen información de IAEA, es decir hay pocos elementos antropogénicos introducidos en las unidades del periurbano.

Según estos indicadores hay importantes acciones modificadoras, la red de drenaje natural ha sido muy modificada como nos muestra el índice (CRHH), aunque algunos indicadores como la contaminación atmosférica y el índice IPU, son satisfactorios

El Riesgo por Fallas y Fracturas (RFF), tiene en la mayoría de unidades geocológicas valores bajos, ello refleja bajo riesgo por deslizamientos en caso de sismos intensos.

Las unidades en la categoría en Degradación se distribuyen en un área de 70.5 km², lo que representa el 3.6 % de la ZMM en total; se distribuyen un total de 228 UGs en la Zona Urbana en una superficie de 52.3 km² lo que representa el 2.7 % de la ZMM, 28 unidades en la Zona Periurbana, que se distribuyen en un área de 16.3 km² siendo el 0.8 % del área total metropolitana y 2 UGs en la Zona Rural que se extiende en el 1.9 km² para un 0.1 % de la superficie total. En la Zona Urbana las unidades abarca entre 0.008 y 2.34 km², las unidades más representativas son las UGs; 171, 214-13 y 205-7 en las colonias Fracc. Lázaro Cárdenas, Fracc. La Rinconada y Ampl. Los Fresnos. Las unidades Periurbanas tienen una superficie entre 0.03 y 2.89 km², en esta zona encontramos como representativas las UGs; 274-1, 71 y 271, correspondientes a la colonia Valle de las Flores y las localidades Conjunto Habitacional la Hacienda y Tres Marías. En la Zona Rural las unidades presentan una

superficie entre 0.2 y 1.7 km², se localizan las unidades; UG 91 y 25 que coinciden con la colonia La Palma y Sin Nombre.

Las UGs identificadas en la categoría se caracterizan por el predominio de tipología habitacional y de infraestructura urbana, con presencia de algunos casos de tipo cobertura vegetal con población asociada.

La población total bajo este escenario es de 300129 habitantes, de los cuáles 153476 son mujeres y 141177 son hombres, esta población vive en un total de 119852 viviendas. Así mismo, la población infantil que se ve afectada en estas unidades es de 38233 niñas y 39164 niños, por su parte los adultos mayores se distribuyen en 5967 mujeres y 4038 hombres.

Las unidades geocológicas de esta categoría presentan una alta degradación de sus componentes naturales, en particular, los componentes vegetación, suelos e hidrología, las modificaciones antropogénicas son también altas, hay una considerable urbanización que llega a ser compacta en numerosas unidades.

Fotografías 5.4. Unidades Geocológicas en condiciones Físico-Geográficas y Modificaciones Antropogénicas con Degradación.



Fuente: Elaboración propia.

V.3.5. Categoría Muy Degradado

Unidades Geocológicas en Situación de Muy Degradadas _Rango 5 (2.97–3.79)

Se identificaron 55 unidades geocológicas en esta categoría, muestran valores muy altos de degradación en los componentes naturales por muy alta modificación antropogénica. Estas unidades abarcan un total de 108.4 km², el 5.6 % de la superficie de la ZMM. Se identifican 52 unidades en la Zona Urbana, 2 de la Zona Periurbana y 1 de la Zona Rural.

La Densidad de Drenaje Superficial (DDS), muestra valores bajos, ello indica posiblemente modificaciones antropogénicas muy fuertes por urbanización, transformación del drenaje superficial natural por redes de drenaje de alcantarillado y pluvial.

El Índice de Importancia de las Zonas Verdes (IIZV Zona Urbana) muestra valores muy bajos y bajos en las unidades geocológicas, es decir muy pocas áreas verdes en las UGs urbanizadas. La Transformación de la Cobertura Vegetal Natural (ITCVN Zona Urbana - Periurbana) y el Índice de Antropización de la Cobertura Superficial (IACS Zona Metropolitana) no presentan valores en la mayoría de las UGs, debido a la fuerte transformación antropogénica por la urbanización, presentan valores muy bajos tan solo en algunas unidades aisladas con presencia de vegetación y cultivos.

La Degradación del Suelo (DS) y la Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre (DPSTT) son muy altas en la mayoría de las unidades geocológicas, consistente además con la consolidación y compactación de la Zona Urbana en estas UGs.

Las Condiciones de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico (CRHH), predomina con valores altos, lo que explica las problemáticas por inundación en algunas de estas unidades, estos valores indican alta ocurrencia de las zonas de inundación, baja densidad de escorrentía superficial natural y fuerte cobertura de la red de drenaje pluvial y alcantarillado. Se encuentran relacionadas con las principales corrientes permanentes que recogen todo tipo de drenajes en las unidades más pobladas.

La Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización (IPU) y la Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio (ECAP) tiene valores muy altos; por lo que son unidades que se encuentran expuestas a riesgos por problemáticas de infraestructura urbana en algunas unidades de tipo habitacional y a la contaminación del aire en niveles

significativos de concentración de gases tóxicos, el Índice de Modificación Antropogénica por la Presencia de Elementos Antrópicos en el Paisaje (IAEA) tienen valores muy bajos en la mayoría de las unidades geocológicas. El Riesgo por Fallas y Fracturas (RFF), tienen en la mayoría de sus unidades valores bajos, ello nos refleja que existen niveles bajos de riesgos por evento de sismicidad en el área.

Estas unidades abarcan un total de 37.8 km² las cuales representan el 1.95 % de la superficie total de la ZMM. Se identifican 52 unidades en la Zona Urbana, 2 de la Zona Periurbana y 1 de la Zona Rural. En la Zona Urbana las unidades están distribuidas en una extensión de 37.2 km² que representan el 1.9 % del área total, en la Zona Periurbana se ocupan 0.5 km² con el 0.03 % de representación de la superficie de la ZMM y la Zona Rural tiene una extensión de 0.13 km² de la ZMM. En la Zona Urbana las unidades abarcan entre 0.02 y 3.92 km², las unidades más representativas son las UGs; 162-1, 163-1 y 204-18 en las colonias Fracc. Virreyes, Fracc. Rincón Campestre y Juárez. Las unidades Periurbanas tienen una superficie entre 0.20 y 0.33 km², en esta zona encontramos de manera representativa las UGs; 101-4 y 115-1, correspondientes a la colonia Fracc. La Floresta Michoacana y otra localidad sin nombre. En la Zona Rural la unidad; 115-2, presenta una superficie de 0.134 km², y no tiene nombre.

En las unidades geocológicas existe un predominio de la tipología habitacional de viviendas de construcción urbana y asentamientos irregulares.

En estos espacios vive una población total de 349797, de ellas 182599 son mujeres y 165262 son hombres, además existe una población infantil vulnerable de 40773 niñas y 41915 niños, seguido de otro grupo demográfico en riesgo como 11890 mujeres de la tercera edad y 8800 hombres adultos mayores.

En general, las unidades geocológicas dentro de esta categoría presentan muy alta degradación de sus componentes naturales y muy altas modificaciones antropogénicas.

Fotografías 5.5. Unidades Geocológicas en condiciones Físico-Geográficas y Modificaciones Antropogénicas Muy Degradadas.



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.18. Resultados cuantitativos por categorías del índice de Condiciones Físico-Geográficas y Modificaciones Antropogénicas (ICNMA).

Rangos por ICNMA	Cant. Polígonos UGs	Categorías por ICNMA	Población total (% en relación a la población de ZMM)	Población femenina, ancianas y niñas (% del total en ZMM)	Población masculina, ancianos y niños (% del total en ZMM)	Superficie (% en relación al área total urbanizada o poblada)
0.58 – 0.92	55	Sin Degradación	8597 (1)	6187 (1.1)	5518 (1.1)	694.7 (35.9)
0.93 – 1.60	258	Sin Degradación a Poca Degradación	69679 (8.4)	47362 (8.5)	47214 (9.1)	1021.3 (52.8)
1.61 – 2.28	269	Poca Degradación	101164 (12.2)	67461 (12.2)	65072 (12.6)	110.3 (5.7)
2.29 – 2.96	262	Degradado	300129 (36.2)	197676 (35.7)	184379 (35.6)	70.5 (3.6)
2.97 – 3.79	54	Muy Degradado	349797 (42.2)	235262 (42.5)	215977 (41.7)	37.8 (2)
Total	898		829366	553948	518160	1934.6

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro 5.18 se aprecia que el mayor número de pobladores (42.2 %) se encuentra en las unidades geocológicas con Situación de Condiciones Físico-Geográficas y Modificaciones Antropogénicas “Muy degradado”, incluso el 78 % de la población; alrededor de 649926 habitantes vive en condiciones de alta degradación del entorno natural, en espacios muy

pequeños del 5.6 % de la superficie total de la ZMM; mientras que, sólo el 9.4 % habita bajo un ambiente natural satisfactorio; aproximadamente 78276 habitantes reside en casi el 90 % de la superficie de la Zona Metropolitana de Morelia.

RESUMEN DEL CAPÍTULO

En la Zona Metropolitana de Morelia con una extensión territorial de 1934.6 km², se obtuvo información para la evaluación de 12 indicadores e índices. Como resultado, se consideran 54 unidades geoecológicas que no presentan Degradación en sus Componentes Naturales, ni Modificaciones Antropogénicas y se localizan en su mayoría en la Zona Rural, se caracterizan por estar poco habitadas, se distribuyen en un área total de 693.4 km² que representa el 35.8 % de la superficie de la ZMM. En la categoría Situación Sin Degradación a Poca Degradación se identifican 6 UGs en la Zona Urbana (2 %), 71 de la Zona Periurbana (27 %) y 185 de la Zona Rural (71 %), se distribuyen en un área total de 1022.5 km², lo que representa el 52.9 % del área Metropolitana, representan las unidades con mayor superficie. Entre las unidades geoecológicas con Situación Poca Degradación se identifican 117 unidades en la Zona Urbana, 131 de la Zona Periurbana y 21 de la Zona Rural, que abarcan un total de 54.4 km², las cuales representan el 2.8 % de la superficie total de la ZMM. Las unidades en la categoría en Degradación se distribuyen en un área de 70.5 km², lo que representa el 3.6 % de la ZMM en total; se distribuyen un total de 228 UGs en la Zona Urbana en una superficie de 52.3 km² lo que representa el 2.7 % de la ZMM. Las unidades en la categoría Muy Degradada abarcan un total de 37.8 km² las cuales representan el 1.95 % de la superficie total Metropolitana, se identifican 52 unidades en la ZU, 2 de la ZP y 1 de la ZR. En la Zona Urbana las unidades están distribuidas en una extensión de 37.2 km² que representan el 1.9 % del área total, en la Zona Periurbana se ocupan 0.5 km² con el 0.03 % de representación de la superficie total y la Zona Rural tiene una extensión de 0.13 km² de la misma.

CAPÍTULO VI. DIAGNÓSTICO GEOECOLÓGICO DE LA ZONA METROPOLITANA DE MORELIA

Para el cálculo del Diagnóstico Geoecológico de la ZMM, se inicia el proceso metodológico con los valores obtenidos de cada uno de los índices sintéticos: Índice de las Condiciones Socio-Habitacionales y el Índice de la Degradación de los Componentes Naturales y las Modificaciones Antropogénicas. Cada una de estas macrovariables agrupa una serie de índices e indicadores que representan en su contexto diferentes problemáticas del territorio, y que cuando se integran en una matriz, demuestran cómo su impacto no se produce de manera aislada sino que se combinan para obtener de forma simultánea diferentes categorías de la situación geoecológica del paisaje Metropolitano. La metodología que se sigue consta de 5 fases, ver cap. II epígrafe 2.6.

VI.1. MATRIZ DE DATOS GEOGRÁFICA DE LA ZONA METROPOLITANA DE MORELIA

La base de datos digital, conformada por datos geográficos, es decir, datos espaciales y de atributos para el Diagnóstico Geoecológico surge a partir de las matrices de datos ponderados de cada índice sintético. Para esto, recordemos la selección de variables e indicadores que se realizó y que conforman cada índice sintético.

- Índice de Condiciones Socio-Habitacionales _ICSH

1. Porcentaje de la Población de 0 a 14 años _POB8_R
2. Porcentaje de la Población de 15 a 64 años _POB12_R
3. Porcentaje de la Población de 65 años y más _POB24_R
4. Atracción Inmigrante Acumulada _PIAC_R
5. Porcentaje de la Población de 5 años y más residente en Estados Unidos de América en junio 2005 _MIG15_R
6. Tasa de Población Inmigrantes Reciente _TPIR_R
7. Porcentaje de la Población con Discapacidad _DISC1_R
8. Densidad de Población _DP
9. Porcentaje de la Población sin Derechohabiencia a Servicios de Salud _SALUD2_R
10. Porcentaje Población de 15 años y más Analfabeta _EDU28_R
11. Porcentaje Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior _EDU43_R
12. Porcentaje de la Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela _EDU6a14_R
13. Nivel de Escolaridad Alcanzado por la población (en el grupo de población 15 años y más) _NEAI_R

14. Tasa de Participación Económica _TPE_R
15. Porcentaje Población Ocupada de 12 años y más sin escolaridad _ECO7_R
16. Tasa de Actividad Económica _TAE_R
17. Índice de Dependencia Económica _IDE
18. Índice de Servicios Básicos Insatisfechos (viviendas) _ISBI

**- Índice de la Degradación de los Componentes Naturales y Modificaciones Antrópicas
_ICNMA**

1. Índice de Importancia de las Zonas Verdes _IIZV
2. Índice de Transformación de la Cobertura Vegetal Natural _ITCVN
3. Índice de Antropización de la Cobertura Superficial _IACS
4. Degradación de la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre _DPSTT
5. Degradación del Suelo _DS
6. Densidad de Drenaje Superficial _DDS
7. Condiciones de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico _CRHH
8. Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización _IPU
9. Riesgo por Fallas y Fracturas _RFF
10. Estimación de la Contaminación Atmosférica Promedio _ECAP
11. Índice de Modificación Antropogénica por la Presencia de Elementos Antrópicos en el Paisaje _IAEA
12. Calidad del Entorno Habitacional _CEH

**VI.2. OBTENCIÓN DE LA MATRIZ DE DATOS ESTANDARIZADOS DEL
DIAGNÓSTICO GEOECOLÓGICO DE LA ZMM (MDZ_DG)**

Se retoman en una matriz los valores finales, obtenidos en cada índice sintético; a partir de ahora se tratan como macrovariables. Teniendo en cuenta que estas macrovariables miden diversos fenómenos o eventos en diferentes escalas, los resultados obtenidos se normalizaron en una escala numérica de 0 a 1, empleando el valor máximo por cada indicador. La normalización de las macrovariables se obtiene a partir del puntaje estándar, descrito anteriormente en la metodología, ver epígrafe II.6.4. El procedimiento se realiza para cada una de las macrovariables, cada columna de datos pasa a ser una columna de puntajes Z, que se desvía en valores positivos y negativos, al realizar esto se comprobó que los resultados estandarizados por cada uno presenten los siguientes datos: $\Sigma=0$, $m = 0$, y $\sigma =1$ por cada indicador, ([ver Anexo 6.1 en Archivos Digitales en Excel](#)).

Una vez obtenida la Matriz de Datos Estandarizados del Diagnóstico Geoecológico, se clasifican mediante el método de la desviación estándar para cada columna de las dos macrovariables estandarizadas, y se le asigna una calificación de acuerdo al rango en el que se encuentran luego de clasificarlas, ver cuadro 2.15. Con ello se obtiene una nueva Matriz con los Datos Calificados, ([ver Anexo 6.2 en Archivos Digitales en Excel](#)).

VI.3. OBTENCIÓN DEL VALOR DEL ÍNDICE MEDIO

Se efectúa el cálculo del Valor de Índice Medio (VIM) para cada unidad geoecológica en la Matriz de Datos Calificados sumando en el sentido de las filas la totalidad de las calificaciones (c) obtenidas y dividiendo el resultado por la cantidad de macrovariables utilizadas (n).

Finalmente se clasifican las unidades geoecológicas sobre la base de cinco intervalos para realizar la cartografía síntesis (regionalización), a partir de la columna del Valor del Índice Medio (VIM) obtenido, ver cuadro 6.1. Este procedimiento se llevó a cabo mediante el método de clasificación del SIG, cortes naturales. Se realizó una comparación entre diferentes métodos, desviación estándar y método manual, con ello se determinó que la clasificación de la categoría más relacionada con los aspectos analizados del índice sumario es Cortes Naturales (*Natural Breaks*).

Cuadro 6.1. Categorías del Diagnóstico Geoecológico de la Zona Metropolitana de Morelia.

Rangos de valores del Diagnóstico Geoecológico	Categorías del Diagnóstico Geoecológico _ZMM	Cant. Polígonos UGs
0.5 – 1	Transformación Leve	185
1.1 – 2.5	Transformación Media	178
2.6 – 3.5	Transformación Extensiva	201
3.6 – 4.5	Muy Transformado	233
4.6 - 6	Transformación Extrema	101
		898

Fuente: Elaboración propia.

[Mapa 6.1. Índice del Diagnóstico Geoecológico de la Zona Metropolitana de Morelia](#)

VI.4. CARACTERIZACIÓN DE LAS CATEGORÍAS DEL DIAGNÓSTICO GEOECOLÓGICO DE LA ZONA METROPOLITANA DE MORELIA

A continuación se analizan las categorías por rangos del índice sumario calculado por unidades geocológicas, ver Matriz de Datos del Índice Sumario del Diagnóstico Geocológico, ([ver Anexo 6.3 en Archivos Digitales en Excel](#)).

VI.4.1. Categoría Situación de Transformación Leve

Unidades Geocológicas. Rango 1_ (0.5 – 1)

En la categoría Transformación Leve se muestran 185 unidades geocológicas clasificadas con grado estable, las unidades geocológicas son de tipología rural. Estas unidades se analizan a partir de la Condición Socio Habitacional y la Degradación de los Componentes Naturales y las Modificaciones Antropogénicas, de los cuales se presentan un solo rango; se distinguen 185 unidades geocológicas. Se distribuyen 127 unidades en la Zona Rural, 52 en la Periurbana y 6 en la Urbana, con una superficie de 446.47 km², ([ver Anexo 6.4 en Archivos Digitales en Excel](#))

En este rango no reside población aparentemente, pues en algunas unidades aparece la información censal (INEGI) como datos confidenciales (menos de 2 viviendas), dichas unidades geocológicas son de tipología rural principalmente, pero algunas unidades pertenecen a la tipología infraestructura y equipamiento, es decir con instalaciones recreativas, deportivas, comerciales, educativas, industriales, etc., sin población. Por tal motivo, solo se evaluará en este rango la Degradación de los Componentes Naturales y las Modificaciones Antropogénicas.

Los paisajes al interior de estas unidades tienen estado de la Degradación de los Componentes Naturales "Sin Degradación o Poca Degradación" sin muy baja intervención antrópica directa (salvo en las de infraestructura y equipamiento). La vegetación y cobertura superficial en este rango se comporta con valores muy bajos de degradación; la Transformación de la Cobertura Vegetal Natural y el índice de Antropización de la Cobertura Superficial predominan con valores muy bajos. El índice de Importancia de las Zonas Verdes en la zona Periurbana es muy alto. La cobertura del suelo superficial marca algunos indicativos; el índice de degradación de la Permeabilidad del Suelo es muy alta, debido a la amplia cobertura de

vegetación secundaria arbórea, y la Degradación del Suelo se agrupa en unidades con valores muy bajos. El indicador de la Densidad de Drenaje Superficial tiene valores altos, son abundantes las escorrentías naturales. El Riesgo por Fallas y Fracturas se expresa en valores medios en la mayoría de las unidades geológicas. Las modificaciones al paisaje, se analizan desde la Antropización por Elementos Antrópicos presente con valores muy bajos. En función de todos los indicadores analizados, en las unidades persisten condiciones de nula o muy baja degradación de sus componentes naturales, y predomina la función natural de estos espacios, por ello mantienen calidad geológica en su entorno.

VI.4.2. Categoría Situación de Transformación Media

Unidades Geológicas. Rango 2_ (1.1 – 2.5)

En la categoría Transformación Media se identifican 178 unidades geológicas clasificadas como paisaje con signos de antropización y de estabilidad media. Al interior de este rango se caracteriza por unidades geológicas de tipología rural-agrícola. Las unidades se analizan a partir de las combinaciones entre su Condición Socio-Habitacional y la Degradación de los Componentes Naturales y las Modificaciones Antropogénicas, de los cuales se presentan:

Sub-rango 2-1

Encontramos 137 unidades que ocupan una superficie 76 Km², son unidades localizadas al interior de la Zona Urbana, Periurbana y Rural; 62 de estas unidades se localizan en la Zona Rural y Periurbana, ocupan una superficie de 12.4 km² y no tienen población. 47 unidades no tienen población y se encuentran en la zona urbana, pero son de tipología de infraestructura y equipamiento, es decir con instalaciones recreativas, deportivas, comerciales, educativas, industriales, etc., con una extensión en total de 2.5 km², son muy pequeñas y por su uso del suelo, no contienen población residencial. 28 unidades que contienen población y se localizan en las tres zonas; urbanas, periurbana y rurales, que se refieren a población en ranchos de una sola familia considerados población dispersa en localidades rurales, ubicados en la zona Rural y Periurbana con una extensión de 60 km²; en ellas residen menos de 20 habitantes, pero sin datos socioeconómicos, debido a que existen datos de total de población y viviendas, pero no se muestran los demás datos que compila el Censo de Población y Viviendas del 2010, por ser datos de confidencialidad no se exponen, y 10 unidades son urbanas con una

extensión de 0.6 km² en total que contienen datos confidenciales. Por ello, no fue posible calcular índice de Condiciones Socio-Habitacionales para estas unidades geocológicas y en este rango se evaluó solamente el estado de los componentes naturales y las modificaciones antropogénicas cuya categoría predominantes es de “Sin degradación a Poca Degradación” y “Poca degradación”, en menores caso “Degradado”, ([ver Anexo 6.5 en Archivos Digitales en Excel](#))

Las unidades se caracterizan por un valor medio del índice de Importancia de Zonas Verdes por habitantes, es decir una aceptable relación entre número de habitantes y áreas verdes, y mantienen vegetación natural en pocas unidades, un muy alto índice de Antropización de la cobertura superficial, la cobertura natural es baja y la urbanización ha provocado modificaciones antrópicas importantes con la introducción de áreas de cultivos e instalaciones y equipamiento. La Degradación del Suelo es también muy alta por impermeabilidad de la cubierta del suelo superficial y aumento de la escorrentía. Las Condiciones de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico son de media a alta, lo que indica un funcionamiento aceptable de las redes de drenaje residuales y la densidad de drenaje de las corrientes superficiales es alta, predomina la escorrentía natural. La Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización es de muy baja a media, es decir la infraestructura urbana en general armoniza con el relieve disminuyendo riesgos de deslave, y es medio a bajo el Riesgo por Presencia de Fallas y Fracturas en el terreno, la estimación de la contaminación atmosférica muestra que los valores son muy bajos y la Calidad del Entorno Habitacional es de alta a muy alta. La antropización del paisaje por la introducción de elementos antrópicos es muy baja con tendencia a media, principalmente en las zonas rurales, debido a que para la zona urbana no se evalúa este índice.

Sub-rango_2-2

Aparecen 35 unidades geocológicas que ocupan una superficie de 114 km² y una población de 6633 habitantes, son unidades en las que se combinan las categorías "Favorable, Poco Favorable y Favorable a Poco Favorable" del índice de Condiciones Socio-Habitacionales y las categorías “Sin degradación a poca Degradación y Poca Degradación” de los componentes naturales y de Modificación Antropogénica; de estas unidades, 17 se

encuentran en la Zona Periurbana, 3 en la Zona Urbana y 15 en la Zona Rural, ([ver Anexo 6.6 en Archivos Digitales en Excel](#))

La población infantil presenta valores en la categoría muy baja y la población de adultos mayores es muy baja solamente en algunas unidades. La población activa presenta valores muy altos, la Atracción Inmigrante Acumulada es muy alta y la Tasa de Población Inmigrante Reciente tiene valores similares, mientras que el Porcentaje de población con discapacidad es de muy bajo a media y es nulo en 21 unidades geocológicas; la población que no tiene acceso a los servicios médicos es muy alta con tendencia a media. La Densidad de población es muy baja.

De acuerdo a lo anterior, la situación de la población en este rango es estable aunque presenta algunos indicativos de deterioro. El Porcentaje de Población analfabeta es muy alto, aunque se identifica en pocas unidades, el Porcentaje de Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior es bajo, sin embargo, el Porcentaje de la Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela no se presenta en las unidades; el Nivel de Escolaridad Alcanzado por la población es muy bajo. El aspecto educacional en las unidades sugiere algunas problemáticas sociales, debido al bajo nivel educativo en general.

En las unidades la situación económica refleja que existe muy baja Población económicamente activa, ello coincide con la baja cantidad de población en edad laboral, sin embargo la Tasa de Actividad Económica nos indica que casi todas las personas activas se encuentran ocupadas, ya que presenta valores muy altos. Por otra parte la Población de 12 años y más sin instrucción que labora, es muy alta, no obstante se localizan en 4 unidades solamente. En general la dependencia económica tiene valores muy altos.

Todos estos indicativos nos confirman que socialmente las unidades mantienen relaciones favorables de bienestar, para el desarrollo social de la población que reside en las mismas.

Desde el contexto físico-geográfico, las unidades presentan situación estable sin degradación o poca degradación de sus Componentes Naturales y por Modificaciones Antropogénicas. La vegetación en este grupo se destaca por una baja transformación de la cobertura vegetal, mientras que el indicador de antropización tiene valores medios. La Degradación del Suelo en general muestra valores muy bajos. La Densidad del Drenaje Superficial es media a alta, debido a las corrientes superficiales en el área. El Riesgo por Fallas y Fracturas es bajo. La

Estimación de la Contaminación Atmosférica es muy baja. Las Modificaciones Antropogénicas por Elementos introducidos al paisaje, es muy baja.

De acuerdo a todos estos indicativos, estas unidades conservan las funciones naturales en sus componentes naturales, y las relaciones socio-habitacionales que se manifiestan son favorables para la población que habita en las mismas, son espacios que han quedado dispersos, resultado de la asimilación de los territorios por la urbanización, sin embargo no han sido ocupados totalmente y mantienen aún estabilidad y calidad geoecológica.

Sub-rango_2-3

Del total de unidades, se agrupan 6 unidades, que suman 9.4 km² de superficie y una población total de 260 habitantes, se presentan Condiciones Socio-Habitacionales "Muy Favorables" y en cuanto al estado de sus componentes naturales y las modificaciones antropogénicas se presentan en la categoría de "Poca Degradación". En este pequeño grupo de unidades se identifican 5 UGs periurbanas y 1 urbana; son espacios baldíos, y áreas verdes al interior de la Zona Urbana. Estas unidades muestran concordancia entre las Condiciones Socio-Habitacionales que se dan en la sociedad, con las buenas condiciones del espacio físico-geográfico sobre el que se desarrollan ([ver Anexo 6.7 en Archivos Digitales en Excel](#)).

En ellas, la población infantil, la población en edad laboral y los adultos mayores presentan similar distribución, y no se observa predominio en una categoría específica. La población inmigrante solo está presente en dos unidades. La Población discapacitada es alta solamente en 1 UGs, la población que no tiene acceso a los servicios de salud es muy baja. La Densidad de población es muy baja. De acuerdo a estos indicadores se observa una situación poblacional estable.

Los aspectos educacionales reflejan que no existe Población analfabeta, de conjunto con los niños que no existen en la escuela. El Nivel de Escolaridad Alcanzado es bajo

Económicamente las unidades muestran una Tasa de Participación Económica con valores muy bajos, pero la tasa de ocupación es muy alta; por su parte la insatisfacción de los servicios básicos en las viviendas es alto solamente en una unidad. Estos indicativos nos confirman que socialmente estas unidades mantienen una situación favorable y estable para el desarrollo social de la población que reside en las mismas.

Las unidades geoecológicas tienen categoría de poca Degradación de los Componentes Naturales y las Modificaciones Antropogénicas. La vegetación y cobertura superficial a través del índice de las zonas verdes por habitantes tiene valores muy altos y el índice de Antropización de la Cobertura Superficial es medio. La Degradación del Suelo se muestra con valores muy altos. La densidad del drenaje es media. La estimación de contaminantes promedio tiene valores muy bajos. Las modificaciones antrópicas se analizan desde el índice de antropización por elementos antrópicos en el paisaje que es bajo y la Calidad del Entorno Habitacional muestra valores medios.

De acuerdo a todos estos indicativos, las unidades conservan estabilidad en sus componentes naturales, y entre las relaciones socio-habitacionales que se manifiestan para la población que habita en las mismas, por todo ello se consideran unidades que han quedado dispersas, resultado de la asimilación del espacio por la urbanización, sin embargo mantienen estabilidad y calidad geoecológica.

VI.4.3. Categoría Situación de Transformación extensiva

Unidades Geoecológicas. Rango 3 _ (2.6 – 3.5)

En la categoría Transformación Extensiva se distinguen 201 unidades geoecológicas, clasificadas como paisajes artificiales agrícolas o semiurbanizados, catalogados entre estables a poco estable, con tipología de infraestructura periurbana y cultivos. Estas unidades se analizan desde la forma en que se combinan su Condición Socio Habitacional y la Degradación de los Componentes Naturales y las Modificaciones Antropogénicas, de los cuales se presentan cuatro combinaciones:

Sub-rango_3-1

Encontramos 14 unidades geoecológicas que ocupan una superficie de 1.76 km², son unidades muy pequeñas en las cuales los datos de población no son confiables (ver listado de colonias y fraccionamientos) y en las cuales solo pudieron calcularse los indicadores del componente natural y la Modificación Antropogénica, de ellas, 12 se encuentran en la Zona Urbana y 2 en la zona Periurbana. Todas las unidades se encuentran en la categoría " Muy Degradado" del índice de degradación de los componentes naturales y de Modificación Antropogénica. Se caracterizan por un alto a medio índice de importancia de zonas verdes,

es decir una aceptable relación entre número de habitantes y áreas verdes, pero no mantienen vegetación natural, un muy alto índice de Antropización de la cobertura superficial, es decir, la cobertura natural es baja y la urbanización ha provocado modificaciones antrópicas importantes, la Degradación del Suelo es también muy alta. Sin embargo, la cobertura de servicios hidrotécnicos es de media a alta, lo que indica un funcionamiento aceptable de las redes de drenaje. La Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización es de media a baja, es decir las construcciones en general armonizan con el relieve disminuyendo riesgos de deslave, y es medio a alto el Riesgo por Presencia de Fallas y Fracturas en el terreno, la estimación de la contaminación atmosférica muestra que los valores son muy bajos y la Calidad del Entorno Habitacional es de alta a muy alta. Evidentemente es preocupante la degradación por cambios de la cobertura de los componentes naturales, ([ver Anexo 6.8 en Archivos Digitales en Excel](#)).

Sub-rango_ 3-2

Aparecen 99 unidades geocológicas que ocupan una superficie de 16.83 km² y una población de 50318 habitantes, son unidades pequeñas por su superficie, en las que se combinan las categorías "Degradado y Muy Degradado" del índice de degradación de los componentes naturales y de Modificación Antropogénica, con las categorías de "Muy Favorable, Favorable y Favorable a Poco Favorable" (con predominio de la categoría Favorable) del índice de condiciones socio - habitacionales; de estas unidades, 15 se encuentran en la Zona Periurbana y 84 en la Zona Urbana. En ellas hay un contraste marcado ya que se crean condiciones sociales favorables pero a expensas del deterioro de los componentes naturales, ([ver Anexo 6.9 en Archivos Digitales en Excel](#)).

La población infantil oscila en categorías de media a muy alta, con similar distribución, la población en edad laboral está en la categoría de baja a muy baja, la población de adultos mayores va de muy baja a baja y 28 unidades no tienen población en este grupo etáreo, la Atracción Inmigrante Acumulada es muy alta a alta y la Tasa de Población Inmigrante Reciente tiene valores similares, mientras que el Porcentaje de Población con discapacidad es muy bajo y es nulo en 52 unidades geocológicas. La Densidad de población es media. De acuerdo a lo anterior, la situación poblacional en estas unidades demuestra la tendencia a la

dependencia económica de la población infantil, y en general es evidente la coincidencia de estos espacios para el asentamiento de población inmigrante.

El Porcentaje de Población sin derechohabencia es muy bajo a bajo, la Población analfabeta mayor de 15 años se presenta sólo en 17 unidades, y tienen la categoría de muy baja, sin embargo el Porcentaje de Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior es muy bajo y el Porcentaje de la Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela solamente se presenta en 4 unidades y tiene valores muy bajos; el Nivel de Escolaridad Alcanzado por la población es de bajo a muy bajo. El aspecto educacional en estas unidades sugiere problemáticas sociales, debido al bajo nivel educativo en general.

En estas unidades la situación económica refleja que existe muy baja Población económicamente activa, esto coincide con la baja cantidad de población en edad laboral, sin embargo la Tasa de Actividad Económica nos indica que casi todas las personas activas se encuentran ocupadas. Por otra parte la Población de 12 años y más sin instrucción que labora, es muy baja. En general la dependencia económica tiene valores bajos y muy bajos, esto corresponde a la cantidad poblacional de adultos mayores con respecto a la población activa, aunque la cantidad de niños es ligeramente más alta en proporción al grupo que labora.

Todos estos indicativos nos confirman que socialmente las unidades mantienen un perfil favorable de bienestar, con tendencia a muy favorable para el desarrollo social de la población que reside en las mismas. No obstante, se encuentran dentro de la categoría degradado a muy degradado, debido al conjunto de indicativos con impacto negativo o de costo para el soporte físico-geográfico. Principalmente se observa en la vegetación y los suelos; en cuanto a la vegetación, se aprecia para este grupo de unidades la presencia de áreas verdes per cápita con valores aceptables, sin embargo destacan los valores muy altos de la Antropización de la Cobertura Superficial, que indica que la cobertura vegetal es predominantemente inducida. El suelo superficial, en general coincide con muy alta degradación por muy bajos valores de permeabilidad.

Desde la perspectiva de los indicadores analizados de las Condiciones Socio-Habitacionales en estas unidades, se agrupan unidades con un conjunto de situaciones favorables con tendencias a muy favorables para la población que en ellas residen, no obstante observamos que estos escenarios ocurren en detrimento del espacio físico-geográfico sobre el que se

asienta la población. Existen indicadores que muestran fuerte degradación y transformación, la cual incide principalmente sobre la cobertura superficial del suelo, esto se evidencia en la constante ampliación de la infraestructura urbana en estas unidades que se localizan en la franja de frontera entre las Zonas Urbanas y Periurbanas. Todo ello confirma la necesidad de equilibrar el desarrollo urbanístico con el entorno o basamento físico geográfico de estas unidades para mantener la estabilidad geoecológica en las mismas.

Sub-rango_ 3-3

Se identifican 71 unidades que presentan categoría de "Muy desfavorable a Poco favorable" de sus Condiciones Socio-Habitacionales, no obstante se encuentran en la categoría de "Sin Degradación a Poca Degradación" de los componentes naturales y Modificaciones Antropogénicas. Al interior de este grupo se localizan 5 unidades en el periurbano y 66 en la zona rural, son unidades de gran superficie (1053 km²) y una población de 43436 habitantes, la cual es población dispersa o alejada entre sí (Localidades rurales, Ranchos y Pueblos). Es decir, en general las unidades presentan alta desfavorabilidad socio - habitacional para la población que en ellas reside, pero los componentes físico-geográficos mantienen condiciones aceptables y no manifiestan degradación, ([ver Anexo 6.10 en Archivos Digitales en Excel](#)).

Las Condiciones Socio-Habitacionales en estas unidades se expresa mediante los siguientes indicativos: los grupos demográficos analizados muestran baja población infantil, y por el contrario alta a muy alta población en edad laboral y adulta mayor. El flujo de inmigrantes es bajo en general, aunque la población que ha emigrado hacia y desde Estados Unidos para estas unidades es significativamente alto. La Población discapacitada es muy alta, no obstante aparentemente todos tienen acceso a los servicios médicos. Aunque es significativo que los servicios básicos de las viviendas presenta valores muy altos de insatisfacción. En general la Densidad poblacional es muy baja, ya que la población se dispersa principalmente en grandes áreas en la zona rural.

Dentro de este subgrupo de unidades los aspectos educacionales son desfavorables para un solo indicador, pero importante; muy alta tasa de analfabetismo. Aunque el Porcentaje de Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior

es muy alto y no existe Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela, de conjunto el Nivel de Escolaridad Alcanzado por la población es muy alto.

En el aspecto económico los indicadores tienen valores muy altos, ello se corresponde al nivel educativo y las personas activas que se encuentran ocupadas, lo cual incide en que la dependencia económica fundamentalmente originada en la alta y muy alta población infantil no derive en problemáticas sociales.

Las Condiciones Socio-Habitacionales al interior de este grupo se consideran en estado de desfavorabilidad, las unidades presentan situaciones de impacto negativo en algunos indicativos esenciales para el bienestar de la población.

Desde el contexto físico-geográfico, las unidades presentan situación estable sin degradación o poca Degradación de sus Componentes Naturales y por Modificaciones Antropogénicas. La vegetación en este grupo se destaca por una baja transformación de la cobertura vegetal, mientras que el indicador de antropización tiene valores medios. La Degradación del Suelo en general muestra valores muy bajos. La Densidad del Drenaje Superficial es alta, debido a abundantes corrientes superficiales en el área, hay baja infraestructura hidrotécnica. Las Modificaciones Antropogénicas por elementos introducidos al paisaje, es muy baja.

De acuerdo a todos estos indicativos, estas unidades mantienen aparente estabilidad en sus componentes naturales, aunque las relaciones socio-habitacionales que se manifiestan no son favorables para la población que habita en las mismas, esto se considera un ejemplo de espacios que conservan sus funciones naturales, aun cuando han asimilado actividad antrópica.

Sub-rango 3-4

Del total de unidades, se agrupan 16 unidades, en 16.85 km² y una población total de 9289 habitantes, se presentan Condiciones Socio-Habitacionales "Favorables" y en cuanto al estado de sus componentes naturales y las Modificaciones Antropogénicas muestran "Poca Degradación". En este grupo de unidades se identifican 4 UGs urbanas y 12 periurbanas; son localidades rurales, ranchos y unidades habitacionales de la periferia de la ciudad, en general pequeñas. Estas unidades muestran concordancia entre las Condiciones Socio-Habitacionales que se dan en la sociedad, con las buenas condiciones del espacio físico-geográfico sobre el que se desarrollan, ([ver Anexo 6.11 en Archivos Digitales en Excel](#)).

En ellas, la población infantil, la población en edad laboral y los adultos mayores presentan similar distribución, y no se observa predominio en una categoría específica. La población inmigrante solo está presente en algunas unidades, con valores muy altos de los inmigrantes acumulados, no obstante no son significativos con respecto al resto de las unidades. La Población discapacitada es alta solamente en 4 UGs, la población que no tiene acceso a los servicios de salud es muy baja. La Densidad de población es media, no obstante no es distante de valores bajos, por lo que se encuentran en equilibrio con la superficie total de estas unidades. De acuerdo a estos indicadores se observa una situación poblacional estable.

Los aspectos educacionales demuestran que la Población analfabeta es muy baja y se presenta solamente en 5 unidades, no hay población infantil que no asiste a escuela, sin embargo el Nivel de Escolaridad Alcanzado es bajo. Económicamente las unidades muestran una Tasa de Participación Económica con valores muy bajos, pero la tasa de ocupación es muy alta; por su parte la insatisfacción de los servicios básicos en las viviendas es muy bajo. Estos indicativos nos confirman que socialmente estas unidades mantienen una situación favorable y estable para el desarrollo social de la población que reside en las mismas.

Las unidades geoecológicas tienen categoría de poca degradación de los componentes naturales y las Modificaciones Antropogénicas. La vegetación y cobertura superficial a través del índice de las zonas verdes por habitantes tiene valores muy altos y el índice de Antropización de la Cobertura Superficial es muy alto. La Degradación del Suelo se muestra con valores muy bajos. La densidad del drenaje es alta, la incompatibilidad entre la pendiente y la urbanización presenta valores muy bajos. La estimación de contaminantes promedio tiene valores muy bajos. Las modificaciones antrópicas se analizan desde el índice de antropización por elementos antrópicos en el paisaje que es muy bajo y la Calidad del Entorno Habitacional muestra valores medios.

VI.4.4. Categoría Situación de Muy Transformado

Unidades Geoecológicas. Rango 4 (3.6 – 4.5)

En la categoría Muy Transformado se incorporan 233 unidades geoecológicas clasificadas como paisajes altamente urbanizados, con inestabilidad, en grado alto de transformación, con tipología agrícola e infraestructura urbana. Estas unidades se analizan a partir de la forma en

que se combinan su Condición Socio Habitacional y la Degradación de los Componentes Naturales y las Modificaciones Antropogénicas, de los cuales se presentan tres combinaciones:

Sub-rango 4-1

Se muestran 83 unidades geocológicas que ocupan una superficie de 17 km² y una población total de 90221 habitantes, en ellas las Condiciones Socio-Habitacionales tienen categorías entre “Muy favorable a Favorable”, con predominio de la segunda y la degradación de los componentes naturales y modificaciones antrópicas tiene categorías de “Muy Degradado”. De estas unidades; 79 se localizan en la Zona Urbana y 6 en la Zona Periurbana. En general en estas unidades existe un contraste significativo al darse condiciones sociales de favorabilidad a expensas de la degradación del espacio físico-geográfico sobre el que se desarrollan, ([ver Anexo 6.12 en Archivos Digitales en Excel](#)).

En las unidades la población infantil es muy alta, a diferencia de los grupos poblacionales de 15 a 64 años y los adultos mayores que presenta valores muy bajos. El flujo migratorio, según la Atracción de Inmigrantes acumulados es alta a muy alta, al igual que la Tasa de Población Inmigrante Reciente es de alta a muy alta, y hay una parte de esta Población inmigrante procedente de Estados Unidos aunque es muy baja, ello significa que son unidades con movimientos migratorios considerables. En variables del ámbito social como la Población discapacitada los valores son muy bajos, similar al Porcentaje de Población que no es derechohabiente a los servicios de salud. Para este grupo de unidades la Densidad poblacional es alta y en general se manifiestan condiciones de favorabilidad.

Los aspectos educacionales en estas unidades están dados por una Población analfabeta presente en 18 UGs aunque los valores de analfabetos son muy bajos, el Porcentaje de Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior muestra valores próximos entre las categorías muy baja a media, la población infantil que no asiste a la escuela es muy baja y solamente se presenta en 5 UGs. No obstante, el nivel de escolaridad promedio alcanzado es muy bajo. La situación educacional en estas unidades sugiere cierta estabilidad, pero como se ha descrito anteriormente es necesario elevar la escolaridad de la Población entre 15 y 64 años.

Las condiciones económicas en estas unidades geocológicas se muestra a través de la Tasa de Participación Económica que presenta valores bajos a muy bajos, esto está asociado a la baja cantidad de población activa, por su parte la Tasa de Actividad Económica es muy alta, y esto nos indica que a pesar de ser baja la población en edad laboral casi todos se encuentran ocupados. La Población de 12 años y más sin instrucción, que labora, es muy baja y solamente existe en 11 unidades. La dependencia económica es muy baja. Además, las necesidades básicas insatisfechas en las viviendas tienen valores muy bajos presentes solo en 15 unidades.

Todos los indicadores revisados nos demuestran que socialmente estas unidades mantienen condiciones relativamente favorables de bienestar, en algunas de ellas muy favorables, para el desarrollo social de la población que reside en las mismas.

Sin embargo, las unidades se encuentran dentro de la categoría muy degradado, en función del conjunto de indicadores de costo hacia el espacio físico-geográfico que contiene a estas unidades. La degradación de la vegetación se analiza para la Zona Urbana ya que la mayoría de las unidades se encuentran en la misma, en este caso el índice de Importancia de las Zonas Verdes por habitantes es muy bajo, consecuentemente la Antropización de la Cobertura Superficial es muy alto, es decir no hay una buena relación entre población y áreas verdes. La cobertura de suelo analizada, indica degradación muy alta por pérdida de la permeabilidad y por valores muy altos de Degradación del Suelo.

La situación hidrológica en estos espacios de la Zona Urbana mediante la cobertura de los servicios hidrotécnicos, presenta valores entre altos y medios, con ello se identifica la cobertura de la red hidrotécnica que implica transformaciones en el espacio, pero además se reconocen posibles problemáticas de inundaciones por las características de la infraestructura y el régimen de escorrentía. En este grupo se identifican valores bajos a medios del Riesgo por Fallas y Fracturas lo que presupone riesgos por sismicidad en al menos 34 unidades geocológicas que tienen además alta Densidad de población. Es importante señalar que la Calidad del Entorno Habitacional es alta.

A partir de los indicadores e índices analizados desde las Condiciones Socio-Habitacionales en estas unidades, se observa la coincidencia del conjunto de situaciones favorables con algunas tendencias a muy favorables para la población que en ellas reside; sin embargo, se

aprecia que estos escenarios se efectúan a partir de la degradación del basamento físico-geográfico, esto se muestra por el predominio de indicadores en categoría de muy degradado de los componentes naturales y Modificaciones Antropogénicas. Todo ello evidencia que son espacios prácticamente consolidados y compactados con fuerte desarrollo urbanístico, lo que trae consigo un costo para el entorno natural, aunque las relaciones sociales reflejan favorabilidad propias del desarrollo urbanístico, con algunos problema sociales relacionados con la educación, es por ello que estas unidades son prioridad de aplicar políticas públicas para alcanzar la estabilidad geoecológica en las mismas.

Sub-rango 4-2

Se identifican 99 unidades geoecológicas que ocupan una superficie de 31.6 km² y una población total de 109702 habitantes, en este grupo de unidades, las Condiciones Socio-Habitacionales tienen categorías entre “Favorable a Poco Favorable y Poco Favorable” y la degradación de los componentes naturales y modificaciones antrópicas tiene categorías de “Muy Degradado”. Se ubican 78 unidades en la Zona Urbana, 15 en la Zona Periurbana y 6 en la Zona Rural, ([ver Anexo 6.13 en Archivos Digitales en Excel](#)).

En las unidades, las Condiciones Socio-Habitacionales de los grupos demográficos analizados muestran una relación de mayor población infantil sobre la población en edad activa y los adultos mayores, que presentan valores muy bajos. La población migrante es significativa, está presente en casi todas las unidades con valores de porcentajes equivalentes, y es una Población Inmigrante Reciente. Desde la perspectiva social la Población discapacitada es de media a muy baja pero está presente en la gran mayoría de las unidades y los derechohabientes sin servicios de salud presentan valores bajos a medios. La Densidad poblacional de estos espacios es muy alta en la mayoría de las unidades. Los indicativos sociales en este grupo de unidades en general reflejan coincidencia con el entorno urbano.

Los aspectos educacionales dentro de este grupo de unidades geoecológicas presentan condiciones de desfavorabilidad debido a la presencia de Población analfabeta en 77 unidades aunque con valores muy bajos en general; el Porcentaje de Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior predomina en los valores medios con tendencia a muy bajos; la Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela

refleja valores medios aunque tan solo en 9 unidades. En general el Nivel de Escolaridad Alcanzado por la población es medio.

Según los indicadores económicos de este grupo de unidades, encontramos una Tasa de Participación Económica con valores medios a altos y una tasa de ocupación con valores altos, es decir Población activa ocupada y relativamente bien remunerada. La Población de 12 años y más sin escolaridad ocupada presenta valores muy bajos, está presente en un total de 47 unidades, ello podría significar que hay posibilidades de que existan niños laborando, lo que se asocia a problemáticas sociales.

Desde el contexto físico-geográfico, estas unidades presentan situación de “Poca Degradación, Degradado y Muy Degradado”, con predominio de esta última categoría. Ello es consistente con su distribución en la Zona Urbana.

La vegetación en este grupo se destaca por la Importancia de las Zonas Verdes por habitantes que es de baja a muy baja, es decir que no hay suficientes áreas verdes en el entorno; el índice de antropización de la cubierta superficial es muy alto, ello se relaciona con la consolidación de la infraestructura urbana y la existencia de áreas de cultivos. La degradación de la cobertura superficial del suelo indica valores muy altos es muy degradado de acuerdo al estado de la permeabilidad del suelo. La cobertura de la red hidrotécnica se presenta con valores altos, y se presentan elementos que indican la posible ocurrencia de zonas de inundación. El Riesgo por Fallas y Fracturas es valorada como media a baja, por lo que existen riesgos ante fenómenos sísmicos en unidades con alta Densidad de población. Aunque ocurre el deterioro de los componentes naturales e intensas Modificaciones Antropogénicas de las coberturas, la Calidad del Entorno Habitacional es clasificada como alta.

En función de todos estos indicativos, en estas unidades persisten condiciones de degradación de sus componentes naturales y la presencia de Modificaciones Antropogénicas, aunado a condiciones sociales desfavorables por lo que constituyen espacios prioritarios en su atención al no lograr calidad geoecológica de su entorno.

Sub-rango 4.3

En este grupo se identifican 51 unidades que presentan Condiciones Socio-Habitacionales “Muy desfavorables a Desfavorables”, y una degradación de los componentes naturales y

Modificaciones Antropogénicas en categorías de "Poca degradación a Sin Degradación". Del total, se distribuye 1 unidad en la Zona Urbana, 14 unidades en la Zona Periurbana y 36 unidades en la Zona Rural. En ellas habitan 55328 habitantes, en una superficie de 66 km², ([ver Anexo 6.14 en Archivos Digitales en Excel](#)).

Con relación a los indicadores demográficos, en el grupo de unidades la población infantil es muy baja con respecto a los grupos etarios de 15 a 64 años y de 64 años y más, los cuales tienen valores altos. Desde el punto de vista del flujo migratorio, no son espacios atrayentes para los inmigrantes que se presentan con valores muy bajos, aunque la Tasa de Población Inmigrante Reciente es media, por lo que esto demuestra que si existen movimientos de este tipo de población; es importante considerar que dentro de este grupo de población existen valores altos de inmigrantes desde Estados Unidos. Socialmente la Población discapacitada presenta valores muy altos a medios en una cantidad significativa de unidades (48 UGs), aunque se puede destacar que toda la Población tiene acceso a los servicios médicos. La Densidad de la población abarca valores bajos a medios.

Los servicios educacionales son contrastantes, la Población analfabeta muestra valores altos a muy altos en un total importante de unidades (44 UGs), sin embargo la Población de 18 años y más que tiene al menos un grado aprobado en educación superior es muy alta en 27 unidades, es decir población adulta en condición de analfabetismo y jóvenes con estudios. El Nivel de Escolaridad Alcanzado es muy alto en 29 unidades.

Los aspectos económicos en estas unidades se identifican mediante la Tasa de Participación Económica que es muy alta, de conjunto con la Tasa de Actividad Económica que refleja que casi toda la población activa está ocupada. No obstante, en este rubro se puede observar que la Población de 12 años y más sin instrucción, que labora, es muy alta. El Índice de Dependencia Económica es alto a muy alto y el índice de necesidades básicas insatisfechas en las viviendas es medio a muy alto. Todo ello muestra una situación de desfavorabilidad en las Condiciones Socio-Habitacionales.

Los componentes naturales presentan poca degradación y las Modificaciones Antropogénicas son medias, debido a diversos factores; la transformación de la cobertura vegetal es muy baja (Zonas rural), aunque la antropización de la cubierta superficial es media, hay presencia de vegetación inducida. La cobertura superficial del suelo, presenta valores

muy bajos de degradación en los indicadores; la Densidad de Drenaje Superficial muestra valores altos de escorrentía, la incompatibilidad de la pendiente con la infraestructura urbana con valores bajos a medios y el índice de antropización por elementos antrópicos introducidos al paisaje son muy bajo.

De acuerdo a la distribución de las categorías de los indicadores e índices analizados, en este grupo de unidades se concentran condiciones desfavorables del estado socio-habitacional de los habitantes, sin embargo el contexto físico-geográfico se muestra en concordancia con el entorno, por lo que son unidades que requieren de atención para lograr la estabilidad geocológica de sus funciones socio-naturales.

VI.4.5. Categoría Situación de Transformación Extrema

Unidades Geocológicas. Rango 5 (4.6 – 6)

En la categoría Transformación Extrema se identifican 101 unidades geocológicas clasificadas como paisajes totalmente urbanizados, altamente inestables, en transformación extrema, con tipología de infraestructura urbana y habitacional principalmente. Estas unidades se analizan desde la forma en que se combinan su Condición Socio Habitacional y la Degradación de los Componentes Naturales y las Modificaciones Antropogénicas, de los cuales se presentan dos combinaciones:

Sub-rango_5-1

Se identifican 33 unidades geocológicas que ocupan una superficie de 28 km², en la que residen 46419 habitantes en total, en ellas las Condiciones Socio-Habitacionales de la población en estas unidades se clasifican en “Desfavorables y Muy Desfavorables”, con el predominio de la primera, estas condiciones están dadas sobre un entorno físico-geográfico con categoría: “Degradado y Muy Degradado”. De estas unidades se encuentran 15 en la Zona Urbana, 15 en la Zona Periurbana y 3 unidades en la Zona Rural. Ello muestra unidades con fuerte deterioro tanto para la población como para el espacio físico-natural, ([ver Anexo 6.15 en Archivos Digitales en Excel](#)).

En ellas, la población infantil muestra valores muy bajos, con similar distribución, la población adulto mayor, la población en edad laboral está entre las categoría de alta a media, la Atracción Inmigrante Acumulada es de baja a muy baja y la Tasa de Población Inmigrante Reciente tiene valores similares, mientras que el Porcentaje de Población con discapacidad es bajo con tendencia a alto y está presente en casi todas las unidades geocológicas; la Densidad poblacional es alta a muy alta en estas unidades. De acuerdo a lo anterior, la situación socio-demográfica en estas unidades muestra la tendencia al envejecimiento debido a la baja población infantil y ello coincide con los valores altos de Población discapacitada.

El Porcentaje de Población analfabeta es de alto a medio, sin embargo la población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior es alta, similar al Nivel de Escolaridad Alcanzado, la Población analfabeta se concentra en las mayores edades. El aspecto educacional en estas unidades sugiere problemáticas sociales, debido a la concentración en algunas unidades de Población analfabeta.

En estas unidades la situación económica refleja que existe un balance de la Tasa de Participación Económica (población económicamente activa), que se corresponde con la Tasa de Actividad Económica (población ocupada) que también es alta; se presenta Población de 12 años y más sin instrucción que labora con valores medios, la dependencia económica de la población envejecida se presenta con valores muy altos. Es importante señalar, que en las unidades de este grupo, el índice de necesidades básicas insatisfechas en las viviendas es muy alto.

En general, estos indicativos nos confirman que las Condiciones Socio-Habitacionales y económicas en estas unidades, no satisfacen el desarrollo social, generando estado de desfavorabilidad con tendencias a ser muy desfavorables.

En el contexto físico-geográfico de estas unidades encontramos que la Importancia de las Zonas Verdes por habitantes es alto con tendencia a medio, la antropización de la cubierta superficial muestra valores muy altos. La cobertura de suelo presenta muy alto grado de degradación por impermeabilidad. Las Condiciones de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico muestran valores altos, pero en muy pocas unidades, es decir el servicio falta en una buena parte de ellas. La Incompatibilidad entre Pendiente y Urbanización presenta valores medios, similar a el Riesgo por Fallas y Fracturas que muestra valores medios, ello representa riesgos

ante actividad sísmica que podrían ser importantes. En estas unidades la Calidad del Entorno Habitacional es de baja a muy baja.

Desde los resultados de los indicadores analizados para establecer las Condiciones Socio-Habitacionales en estas unidades, encontramos un conjunto de situaciones desfavorables con tendencias a muy desfavorables para la población que en ellas residen, se aprecia además, que el espacio físico-geográfico que contiene a las unidades en este grupo, coexisten indicadores en la categoría de muy degradado. Todo ello confirma la necesidad de equilibrar el desarrollo social con el entorno o basamento físico-geográfico de estas unidades para alcanzar la estabilidad geocológica en las mismas.

Sub-rango_5-2

Se identifican otras 68 unidades con una extensión territorial de 58 km² y un total de 414706 habitantes, en ellas las Condiciones Socio-Habitacionales tienen categorías entre “Poco Favorable y Favorable a Poco Favorable”, con predominio de la primera y la degradación de los componentes naturales y modificaciones antrópicas tiene categoría de “Muy Degradado”. De estas unidades se localizan 64 en la Zona Urbana y 4 en la Zona Periurbana. En general aquí las unidades presentan tendencia a la desfavorabilidad para la población y los componentes físico-geográficos presentan fuerte degradación, ([ver Anexo 6.16 en Archivos Digitales en Excel](#)).

Los grupos etarios analizados muestran alta población infantil y por el contrario baja población en edad laboral y adulta mayor. El flujo de inmigrantes es bajo en general, aunque de esta Población inmigrante hay una parte que es proveniente de Estados Unidos con valores medios; la Población discapacitada es muy baja, y existe población que no tiene acceso a los servicios médicos con valores medios. En general la Densidad poblacional es muy alta.

Dentro de este subgrupo de unidades los aspectos educacionales son desfavorables; la Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior presenta valores bajos y la tasa de analfabetismo muestra valores medios y bajos pero en una cantidad significativa de unidades, existen en al menos dos unidades niños que no asisten a la escuela, de conjunto, el Nivel de Escolaridad Alcanzado por la población es medio a bajo

En el aspecto económico observamos valores medios a bajos, aunque la población activa se encuentra ocupada en su totalidad, lo cual incide en que la dependencia económica que al

tener valores medios, deriva en problemáticas sociales. Por su parte el índice de necesidades básicas en las viviendas tiene valores muy bajos.

Las Condiciones Socio-Habitacionales al interior de este grupo presentan importantes problemáticas sociales, que se pueden observar en algunos indicativos esenciales para el bienestar de la población, por lo que estas unidades se consideran en estado de desfavorabilidad.

Desde el contexto físico-geográfico, las unidades presentan una alta degradación de sus componentes naturales y Modificaciones Antropogénicas. La vegetación en este grupo se destaca por la Importancia de las Zonas Verdes por habitantes con valores muy bajos, el indicador de Antropización de la Cobertura Superficial presenta valores muy altos. La Degradación del Suelo en general muestra valores muy altos por impermeabilidad. La densidad del drenaje superficial es baja y la cobertura de los servicios hidrotécnicos al interior de la zona urbana es de medio a alto. Por otra parte la incompatibilidad del relieve con la infraestructura urbana tiene valores bajos con tendencias a medios. En estas unidades existe un incremento importante en la estimación de contaminantes atmosféricos con valores medios a altos en la mayoría de las unidades. La Calidad del Entorno Habitacional muestra valores altos.

De acuerdo a todos estos indicativos, las unidades en este grupo presentan condiciones de poca favorabilidad para las relaciones sociales de la población que reside en ellas, aunado a la situación de degradación del entorno físico-geográfico que delimitan estas unidades, esto muestra las problemáticas que afectan la calidad geoecológica de estos espacios, por lo que estas unidades geoecológicas necesitan atención para alcanzar el balance entre sus funciones naturales y las relaciones socio-económicas de la población.

VI.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA SITUACIÓN GEOECOLÓGICA DE LA ZONA METROPOLITANA DE MORELIA

A continuación, se describen algunas peculiaridades sobre la Situación Geoecológica en el paisaje Metropolitano, ver cuadro 6.2:

Cuadro 6.2. Resultados cuantitativos en unidades geoecológicas por categorías del Diagnóstico Geoecológico.

Rangos de valores del Diagnóstico Geoecológico	Categorías del Diagnóstico Geoecológico ZMM	Zona urbana (Cant. UGs/POB1)	Zona periurbana (Cant. UGs/POB1)	Zona rural (Cant. UGs/POB1)	Total Polígonos UGs	Población	Área Km ² (%)
0.5 – 1	Transformación Leve	6/ 0	52/ 0	127/ 107	185	107	446.5 (23.1)
1.1 – 2.5	Transformación Media	61/ 830	93/ 4303	24/ 2059	178	7192	199.3 (10.3)
2.6 – 3.5	Transformación Extensiva	100/ 47411	34/ 14854	67/ 43008	201	105273	1088.5 (56.3)
3.6 – 4.5	Muy Transformado	157/ 145903	34/ 64590	42/ 44450	233	254943	114.3 (5.9)
4.6 - 6	Transformación Extrema	79/ 432301	19/ 24163	3/ 5387	101	461851	86.1 (4.5)
Total		403	232	263	898	829366	1934.6

Fuente: Elaboración propia.

La Zona Metropolitana de Morelia tiene el 23 % de su superficie en la categoría *Situación de Transformación Leve*, es decir, se trata de geoeosistemas que no han sido afectados de forma importante, principalmente en su cobertura natural. Predominan las unidades con tipología de cobertura de vegetación y se distribuyen en la Zona Rural principalmente. Reúne una población total de 107 habitantes. Las Condiciones Socio-Habitacionales de la población en estas unidades no fue posible evaluarlas debido a que es una población dispersa, ubicadas por familias y se tratan como datos confidenciales por el INEGI.

Los paisajes al interior de estas unidades tienen estado de la Degradación de los Componentes Naturales y las Modificaciones Antropogénicas en la categoría Sin Degradación a Muy poca Degradación en la mayoría de las UGs (146 de un total de 185), sin intervención antrópica directa. La Transformación de la Cobertura Vegetal Natural y la Antropización de la Cobertura Superficial tienen valores muy bajos. La cobertura del suelo superficial marca valores de Degradación de la Permeabilidad del Suelo muy altos; debido a la pérdida de la cobertura de vegetación secundaria arbórea en un 40 % de las unidades, sin embargo, la Degradación del Suelo tiene valores muy bajos. La Densidad de Drenaje Superficial tiene valores altos, las Condiciones de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico con valores bajos debido a que la urbanización es casi inexistente en estos espacios. El Riesgo por Fallas y Fracturas presenta valores medios y la Estimación de Contaminantes Atmosféricos Promedio es muy baja. Las Modificaciones al paisaje por Elementos Antropogénicos tienen valores muy bajos. Todo ello muestra cierto grado de naturalidad, donde los paisajes cumplen sus funciones naturales y la poca población que reside mantiene condiciones de bienestar con buena interacción con el entorno.

Entre las unidades geocológicas, con más de 5 km², bajo la Situación de Transformación Leve se encuentran las UGs: 278-1, 198, 281, 266-2, 266-1, 278-2, 6, 191, 9, 154-2, 94-1, 2-4, 137-4, 199, 137-1, 155-2, 77-2, 83-2, 156-5, 2-2, 84-2, 93-1, 76, 96, 2-1 y, 2-3, entre las cuales destaca, por extensión y su condición de cobertura por vegetación densa; bosques de pino, encino, la unidad 2-3. En general las unidades se encuentran dispersas en la Zona Rural fundamentalmente.

Las unidades geocológicas con ***Situación de Transformación Media***, ocupan el 10.3 % de la superficie de la ZMM, es un nivel de transformación aceptable. Se caracterizan por ser unidades geocológicas de tipología rural-agrícola y se distribuyen en las tres Zonas; en la Zona Urbana con 61 unidades, 93 UGs en la Zona Periurbana y 24 UGs en la Zona Rural. En ellas se reúne una población de 7192 habitantes.

Las Condiciones Socio-Habitacionales de la población en estas unidades se clasifican en categoría Favorable y muy Favorable en una parte de las UGs (32), debido a que en 137 unidades no se analizaron estos indicadores por presentar datos confidenciales (se explicó

anteriormente esta condición, (ver capítulo II, epígrafe II.5.1) o sin población. Ello significa que el 3.5 % de las unidades geocológicas de la ZMM mantiene muy buenas Condiciones Socio-Habitacionales. La Densidad poblacional es muy baja, y la población con discapacidad y el Porcentaje de la Población sin derechohabiencia a servicios de salud tienen valores muy bajos. El Porcentaje de Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior es baja, es por ello que el nivel de escolaridad en estas unidades es bajo, lo cual es un problema social. La situación económica de la población en esta categoría se caracteriza por una Tasa de Participación Económica (población activa) muy baja, sin embargo, la Tasa de Actividad Económica (población ocupada) es muy alta, lo que indica que casi todas las personas en edad laboral se encuentran ocupadas. El Índice de Dependencia Económica es muy alto; asociado a la cantidad de niños existentes con respecto a la población activa.

El paisaje en estas unidades presenta estado de Poca degradación y Sin Degradación de los Componentes Naturales y las Modificaciones Antropogénicas en la mayoría de las UGs (112). La relación de zonas verdes por habitantes, en la Zona Urbana tiene valores altos, lo cual indica buenas condiciones para la salud de los habitantes. La Transformación de la Cobertura Vegetal Natural tiene valores muy bajos y ello demuestra que son áreas que todavía conservan sus funciones naturales. Sin embargo, la Antropización de la Cobertura Superficial tiene valores muy altos; ya que existen áreas de cultivos temporales y vegetación arbustiva. La cobertura del suelo superficial presenta valores de permeabilidad del suelo muy alto; debido a las grandes áreas de cobertura vegetal lo que facilita la estabilidad del suelo superficial. Todo ello indica que son unidades con ciertos grados de transformación que no tienen una situación geocológica negativa, la cual se puede mantener si se mantiene un buen manejo y monitoreo de estos espacios.

Entre las unidades geocológicas, con más de 5 km², bajo la Situación de Transformación Media se encuentran las UGs: 137-5, 189-2, 223-2, 268-2, 131, 161, 27, 99, 21, 137-2, 59 y 84-1, entre las cuales destaca por sus Condiciones Favorables y grados de naturalidad; la unidad 59, formada por vegetación de árboles aislados y zonas de pastos, próximas a las localidades rurales; Quinta María José, El Aguaje, El Barretero Tercera Etapa, en la Zona Rural, por sus Condiciones Favorables y Poca Degradación la unidad 113-6 en Residencial Fuentes de Morelia en la Zona Urbana, por Condiciones Favorables y el estado de Poca

Degradación la unidad 147-2 en el fraccionamiento Rinconada de los Sauces en la Zona Periurbana.

La *Situación de Transformación Extensiva* ocupa el 56.3 % de la superficie de la Zona Metropolitana, son las unidades con mayor extensión territorial y grado de transformación medio con tendencia a alto. Predominan las unidades geocológicas de tipología infraestructura periurbana, es decir infraestructura antrópica dispersa, y cultivos, se distribuyen en las Zonas: Urbana con 100 unidades, 34 en la Periurbana y 67 en la Rural. Reúne una población de 105273 habitantes.

Las Condiciones Socio-habitacionales de la población en estas unidades se clasifican en categoría Favorable y Muy Favorable en 90 UGs, con tendencia a muy desfavorable en 71 unidades. Bajo esta tendencia se presentan problemas sociales significativos; la Población con discapacidad tiene valores muy altos en 36 unidades; el nivel educacional se encuentra comprometido debido a que existe un Porcentaje de Población de 15 años y más analfabetos muy alto, presente en 40 UGs, lo cual indica que existe parte de la población en desventaja para integrarse a la sociedad, aunque es posible que estas cifras estén en la población de adultos mayores que es alta. Esto es contrastante con el Porcentaje de Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior que es muy alto. El Porcentaje de la Población sin acceso a los servicios médicos es muy bajo, por lo que presumiblemente casi toda la población cuenta con cobertura de asistencia médica.

La situación económica en esta categoría se caracteriza porque casi todas las personas que son activas laboralmente están en situación de ocupación laboral, no obstante la Población ocupada de 12 años y más sin escolaridad es muy alta, esto implica que existe población infantil que trabaja. El Índice de Dependencia Económica es muy alto, ello muestra que la cantidad de niños y adultos mayores con respecto a la Población activa de 15 a 64 años es grande, lo cual genera problemáticas e insatisfacciones económicas en los hogares, es por ello que el Índice de Servicios Básicos Insatisfechos en las viviendas presenta valores altos y muy altos.

Lo antes expuesto indica que en estas unidades se generan problemáticas socio-económicas significativas con tendencias negativas a largo plazo. Los paisajes en estas unidades

geoecológicas tienen un estado de los Componentes Naturales y las Modificaciones Antropogénicas con categorías Degradado y Muy degradado en 114 UGs de 178. En las unidades se aprecia predominio de los valores medios de Importancia de las Zonas Verdes por habitantes, ello se relaciona a que empiezan a disminuir las áreas verdes y aumentar las infraestructuras, esto genera insatisfacción en la población y la tendencia a riesgos para la salud, por ello, la Antropización de la Cobertura Superficial tiene valores muy altos. De esta manera se incrementa la problemática ambiental para el área. La cobertura superficial del suelo se caracteriza por tener permeabilidad alta, dado el uso de estas áreas para la agricultura en cultivos temporales y permanentes. Al mismo tiempo a pesar de que la Densidad de Drenaje Superficial es alta, la presencia de construcciones antropogénicas incrementa las Condiciones de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico y con ello la probabilidad de existencia de problemáticas en las funciones naturales de las escorrentías temporales y permanentes. Las modificaciones antrópicas al paisaje son muy bajas, en tanto que los elementos introducidos son referentes a vías de comunicación y canales principalmente para uso agrícola, por lo que no compactan del todo los suelos. La Calidad del Entorno Habitacional muestra valores altos en 37 UGs. En general, las unidades cumplen funciones socioeconómicas que inciden sobre sus funciones naturales, las cuales generan un impacto con tendencias negativas en el paisaje antroponatural.

Entre las unidades geoecológicas, con más de 10 km², bajo la Situación de Transformación Extensiva se encuentran las UGs: 4-3, 156-1, 156-3, 98, 136-2, 251-2, 137-3, 156-4, 201-1, 223-4, 85, 140-3, 57, 190-2, 92-2, 93-2, 92-1, 139-2, 63, 223-5, 188, 203, 100-2 y 100-1, entre las cuales destaca, por sus condiciones Muy Desfavorables y Sin Degradación a Poca Degradación la unidad 63 en la localidad rural Capula, con Poca Degradación y Condiciones Favorables se encuentra la unidad 156-1 en la localidad Atapaneo en la Zona Periurbana. En calidad de Degradado y Condiciones Favorables a Poco Favorables se encuentra la UGs 53-2 en la colonia El Lago Ira secc en la zona Urbana.

Las unidades Geoecológicas en *Situación de Muy Transformado*, ocupan el 5.9 % de la superficie de la Zona Metropolitana, en un grado alto de transformación, en unidades de tipología agrícola e infraestructura urbana principalmente, se distribuyen en las Zonas:

Urbana 157 unidades, 34 en la periurbana y 42 en la Rural. Reúne una población de 254943 habitantes.

Las Condiciones Socio-Habitacionales de la población en estas unidades se clasifican en la categoría de Favorable a Poco Favorable en un total de 177 UGs. De acuerdo a ello, el 20 % de las Unidades Geocológicas de la ZMM, tiene Condiciones Socio-Habitacionales aceptables. Las unidades presentan una población principalmente de adultos en edad laboral, debido a que la población adulta mayor y la población infantil son muy bajas, cuyas causas no nos son conocidas aunque se podría relacionar con la inmigración. Se une a ello que la Densidad de población es alta, esto sugiere problemáticas con el espacio y las acciones antropogénicas. En estas unidades se incrementa la Tasa de Población Inmigrante Reciente, lo cual indica que son espacios con Atracción Inmigrante y a la vez con tendencias a la sobrecarga del entorno por sobre población. Sin embargo en general en estas unidades la población presenta condiciones sociales de salud, educación y habitacional favorables, lo cual nos indica que las funciones socioeconómicas en estos espacios están consolidadas y tienden a presentar bienestar y beneficios para la población.

No obstante, lo anterior contrasta con el estado de los paisajes que presentan categoría de degradado a muy degradado de los Componentes Naturales y las Modificaciones Antropogénicas en la mayoría de las unidades (172 UGs de 233). El índice de las zonas verdes por habitantes tiene valores muy bajos en la mayoría de las unidades, lo cual genera insatisfacción en la población. La Antropización de la Cobertura Superficial presenta valores muy altos en 147 UGs, esto se debe a la consolidación de infraestructuras sobre el suelo, en donde casi es inexistente la cobertura de vegetación natural. La cobertura superficial del suelo está degradada en su mayoría por muy poca permeabilidad, esto se debe a la consolidación de la urbanización principalmente. La densidad de corrientes superficiales es alta, no obstante por las transformaciones en la cobertura superficial de los suelos, puede generar problemáticas asociadas a inundaciones. Todo ello significa que las unidades se encuentran en una situación de riesgo, ya que si la tendencia de los procesos geocológicos (problemáticas ambientales) en estos espacios es negativa, podrían pasar a la condición de transformación extrema.

Entre las unidades geocológicas, con más de 2 km², bajo la Situación de Transformación Extensiva se encuentran las UGs: 208-5, 150-3, 71, 165-2, 267-1 y 2-5, entre las cuales destaca, por sus Condiciones Socio-Habitacionales Favorables y categoría de Muy Degradado del paisaje el Conjunto Habitacional la Hacienda en la Zona Periurbana, por sus Condiciones Socio-Habitacionales de Favorable a Poco Favorable y Muy Degradado el fraccionamiento El Cuitzillo Chico en la Zona Periurbana de Tarímbaro.

La *Situación de Transformación Extrema*, ocupa el 4.5 % de la superficie de la ZMM, es un grado alto de modificación del espacio. Predominan las unidades con tipología infraestructura urbana y se distribuyen en las Zonas: Urbana con 79 UGs, 19 unidades en la Periurbana y 3 en la Rural. Reúne una población de 461851 habitantes.

Las Condiciones Socio-Habitacionales de la población en estas unidades se clasifican en la categoría de poco favorable con tendencia a muy desfavorable en un total de 85 UGs de 101. Ello significa que el 10 % de estas Unidades Geocológicas, tiene problemas ambientales preocupantes con relación a su situación ambiental.

A diferencia de otras categorías, en las unidades se presentan serios problemas sociales, son las unidades con mayor Densidad poblacional, lo cual genera hacinamiento, problemas de salud, etc. El índice de Población sin derechohabencia a servicios médicos es medio con tendencia a alto, por lo que una gran parte de la población que reside no tiene beneficios para el cuidado de su salud, a todo ello se suma la presencia de Población discapacitada en valores entre medios a altos, lo que genera situación desfavorable para esta parte de los habitantes. Los niveles educativos son contrastantes, en tanto que existe una pequeña parte de la población en desventaja por ser analfabeta, paralelo a la Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior con valores altos, siendo el Nivel de Escolaridad Alcanzado (en el grupo de población 15 años y más) medios con tendencia a alto; todavía existen problemáticas sociales que no han sido resueltas tales como el analfabetismo. La situación económica de la población se caracteriza por tener baja cantidad de Población económicamente activa, que se une a la alta dependencia económica, lo cual genera importantes problemáticas económicas a los habitantes, que se reflejan en su entorno, sin embargo, el Índice de Servicios Básicos Insatisfechos en las viviendas es muy bajo, lo

que es característico de zonas urbanas consolidadas. En general se evidencia que en estas unidades con una urbanización consolidada existen problemáticas sociales y económicas que ponen en riesgo el bienestar de los habitantes.

El paisaje en estas unidades presenta estado muy degradado y degradado de los componentes naturales y las modificaciones antrópicas en la mayoría de las UGs (99). La Importancia de las Zonas Verdes por habitantes tiene valores muy bajos. La Antropización de la Cobertura Superficial es muy alta en la mayoría de unidades (70 UGs), ello se debe a la fuerte urbanización de esos espacios y las pocas áreas verdes existentes al interior de la Zona Urbana. La cobertura del suelo superficial tiene muy baja permeabilidad en 98 UGs, a causa de la compactación del suelo por la urbanización. La Densidad de Drenaje Superficial es muy baja, aunque la Condiciones de Riesgo Hidrológico e Hidrotécnico es muy alta, lo cual refiere que existen modificaciones en parte de los elementos hidrológicos del área, y la probabilidad de ocurrencia de inundaciones unido a las transformaciones del suelo.

Estas unidades se encuentran principalmente urbanizadas, por lo que sus funciones naturales han sido disminuidas o degradadas por definición, y se evidencia en la desfavorabilidad de las mismas para cumplir con su estado geoecológico (ambiental) adecuado.

Entre las unidades geoecológicas, con más de 2 km², bajo la Situación de Transformación Extensiva se encuentran las UGs: 36-7, 164, 248-1, 150-1, 38-8, 204-18 y 77-1, entre las cuales destaca, por sus Condiciones Socio-Habitacionales poco favorables y categoría muy degradado de su espacio la unidad 204-18 en la colonia Juárez (próxima al canal de río chiquito), por condiciones desfavorables y muy degradado la unidad 106-1 en la colonia Pablo Galeana.

VI.6. EL DIAGNÓSTICO GEOECOLÓGICO EN LAS UNIDADES AL INTERIOR DE LA ZONA METROPOLITANA DE MORELIA

El Diagnóstico Geoecológico en un territorio constituye un análisis del medio ambiente en un momento dado. A manera de ejemplo de la aplicación de este diagnóstico, hemos elaborado el mapa de la Zonificación Geoecológica de la ZMM (ver Mapa 3.3). Esta delimitación de zonas nos permite comparar la situación ambiental (geoecológica) de las unidades geoecológicas de una manera rápida, no obstante, el objetivo principal es lograr una

herramienta de análisis integral del territorio, a través, de la construcción de un instrumento de planeación que se ajuste al cumplimiento de políticas públicas en materia de: ordenamiento ecológico y territorial, planeación ambiental, etc., ver cuadro 6.3.

Cuadro 6.3. Población y Superficie por Zonas al interior de la ZMM por categorías del Diagnóstico Geoecológico.

Diagnóstico Geoecológico ZMM	Zona Urbana (población/área [km ²])	Zona Periurbana (población/área[km ²])	Zona Rural (población/área[km ²])	Total (población[%]/área[%])
Transformación Leve	0/1.04	0/22.9	107/422.5	107 (0.013)/ 446.4(23.1)
Transformación Media	830/3.9	4303 /49.3	2059 /146.1	7192(0.9)/ 199.3(10.3)
Transformación Extensiva	47411 /10.4	14854 /27.3	43008 /1050.8	105273(12.7)/ 1088.5(56.3)
Muy Transformado	145903 /31	64590 /17.6	44450 /65.7	254943(30.7)/ 114.3 (5.9)
Transformación Extrema	432301 /58.5	24163 /25.6	5387 /2	461851(55.7)/ 86.1(4.5)
Total (población[%]/ área[%])	626445 (75.5)/ 104.9 (5.4)	107910(13)/ 142.7(7.4)	95011 (11.5)/ 1687.1(87.2)	829366 / 1934.6

Fuente: Elaboración propia

Según el cuadro 6.3, se realiza el Diagnóstico Geoecológico al interior de cada Zona. La Zona Urbana, con una extensión del 58 % del total de la ZMM y la mayor cantidad de habitantes, 432301, se encuentra bajo categoría de Situación de Transformación Extrema. En la Zona Periurbana con una extensión de 18 % del total del área metropolitana, 64590 habitantes, se encuentra bajo categoría de Muy Transformado. En la Zona Rural, con una extensión superficial de 1051 km² la población de 44450 habitantes, habita en la categoría de

Muy Transformado. Del cuadro podemos resumir que la mayor cantidad de población reside bajo las categorías de Transformación Extensiva a Transformación Extrema, en la Zonificación Geoecológica; paisaje cultural (Zona Urbana), paisaje semi-natural (Zona Rural) y paisaje antro-po-natural (Zona Periurbana).

Del análisis por categorías, (ver cuadro 6.3 en dirección horizontal) del Diagnóstico Geoecológico, encontramos que la categoría de Situación de Transformación Leve tiene mayor representatividad en la Zona Rural para una población de 107 habitantes. La Situación de Transformación Media, se aprecia que por la cantidad de habitantes afectados, predomina en la Zona Periurbana para un total de 4303 residentes, aunque espacialmente abarcan mayor área las unidades con esta categoría al interior de la Zona Rural con 146 km². La Situación de Transformación Extensiva es predominante en la Zona Urbana con una afectación hacia 47411 personas, muy próxima a la Zona Rural con 43008 habitantes y mayor ocupación territorial con 1051 km². La Situación de Muy Transformado, para la Zona Urbana afecta a 145903 residentes en un área muy compactada de 31 km² y la Situación de Transformación Extrema coincide para la Zona Urbana con 432301 habitantes.

Al interior de la Zona Metropolitana de Morelia, se ubican los municipios de Morelia, Tarímbaro y Charo, el Diagnóstico Geoecológico para estos territorios demuestra que en el municipio de Morelia la mayor cantidad de población se encuentra bajo categoría de Situación de Transformación Extrema, y la mayor superficie bajo Situación de Transformación Extensiva. Para el caso del municipio de Tarímbaro, la mayor cantidad de habitantes se encuentra bajo Situación de Muy Transformado y su mayor extensión superficial se ubica bajo Situación de Transformación Extensiva. Por último para el municipio de Charo, la mayor cantidad de población se encuentra bajo Situación de Transformación Extensiva y coincide con la mayor superficie bajo esta categoría. Podemos resumir además que la mayor cantidad de población en la ZMM se encuentra bajo categoría de Situación de Transformación Extrema, localizada en una extensión territorial muy pequeña de 86 km², ver cuadro 6.4.

Cuadro 6.4. Población y Superficie por municipios al interior de la ZMM por categorías del Diagnóstico Geoecológico.

Diagnóstico Geoecológico	Morelia	Tarímbaro	Charo	Total
_ZMM	(población/área [km ²])	(población/área [km ²])	(población/área [km ²])	(población[%]/área [%])
Transformación Leve	17 / 353.6	74 / 43.8	16 / 49.1	107 / 446.5
Transformación Media	4976 / 161.3	1845 / 10.5	371 / 27.5	7192 / 199.3
Transformación Extensiva	62755 / 664.4	33565 / 232.4	8956 / 191.7	105276 / 1088.5
Muy Transformado	196077 / 93	47521 / 12.3	11345 / 9	254943 / 114.3
Transformación Extrema	453844 / 82.7	8007 / 3.4	0	461851 / 86.1
Total	717669 / 1355	91012 / 302.4	20688 / 277.3	829366/1934.6
(población [%]/Área [%])				

Fuente: Elaboración propia

RESUMEN DEL CAPÍTULO

El Diagnóstico Geoecológico demuestra que en el municipio de Morelia la mayor cantidad de población se encuentra bajo categoría de Situación de Transformación Extrema, y la mayor superficie bajo Situación de Transformación Extensiva. Podemos resumir además que la mayor cantidad de población en la ZMM se encuentra bajo categoría de Situación de Transformación Extrema, localizada en una extensión territorial muy pequeña de 86 km². Al interior de cada Zona: en la Zona Urbana, con una extensión del 58 % del total de la ZMM y la mayor cantidad de habitantes, 432301, se encuentra bajo categoría de Situación de Transformación Extrema. En la Zona Periurbana con una extensión de 18 % del total del área metropolitana, 64590 habitantes, se encuentra bajo categoría de Muy Transformado. En la Zona Rural, con una extensión superficial de 1051 km² la población de 44450 habitantes, habita en la categoría de Muy Transformado.

CONCLUSIONES GENERALES

- El comportamiento de los índices e indicadores en las 281 Unidades Geoecológicas por Zonas en la ZMM, muestran lo siguiente:

En la Zona Urbana las Condiciones Socio-Habitacionales indican que predominan las Condiciones Favorables con el 32 %, con respecto al total de Unidades Geoecológicas (UGs) en las otras categorías y de las Zonas Periurbana y Rural. En esta Zona se concentra la población de la ZMM; con una densidad de 324 habitantes por kilómetros cuadrados de superficie (104.8 km²), entre estos habitantes, la población entre 15 y 64 años y la población envejecida son los grupos poblacionales predominantes. En el Centro Histórico de la ciudad de Morelia y UGs próximas se reúne la mayor cantidad de habitantes discapacitados en relación a la población total de la Zona Metropolitana, en estas mismas unidades, pero al sur, las UGs tienen un porcentaje significativo de inmigrantes acumulados. La población que reside en estas áreas en general, presenta nivel de escolaridad muy alto. Al interior de esta Zona se presenta solo el 4 % de unidades en Condiciones Desfavorables con respecto al total de UGs Urbanas, determinado por la mayor cantidad de pobladores sin derechohabiencia a servicios médicos en relación a la población total de la ZMM. Los Componentes Naturales y las Modificaciones Antropogénicas en esta Zona, tiene condición Muy Degradado con el 70 % de las UGs urbanas en total y con respecto a la Zona Periurbana y Rural. Ello se evidencia en muy baja importancia de áreas verdes por habitantes, hacia el límite con el periurbano, la infraestructura habitacional se ve afectada por alta incompatibilidad entre pendiente y urbanización, y por el riesgo de proximidad a fallas y fracturas. La presencia de contaminación atmosférica, por habitantes y área de afectación es muy alta en la mayoría de las UGs urbanas.

En la Zona Periurbana las Condiciones Socio-Habitacionales, tienen Condición Favorable con el 15 % del total de Unidades Geoecológicas (UGs) Periurbanas y con respecto a la Zona Rural. En dicha Zona la densidad poblacional es de 56 habitantes por kilómetros cuadrados de superficie (142.7 km²). En estas UGs no existe un predominio claro de los grupos etarios, el nivel de escolaridad alcanzado es muy alto, ello coincide con el alto porcentaje de población económicamente activa y ocupada. Por otra parte el 13 % del total de unidades periurbanas se encuentra bajo Condiciones Desfavorables y Muy Desfavorables, caracterizadas por una tasa de población de inmigrantes recientes muy alta, UGs con valores muy altos y altos de población infantil que no asiste a la escuela y un índice de dependencia económica alto en la

mayoría de las unidades. En esta Zona, la Degradación de los Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas en el 67 % del total de las UGs presentan Condición de Poca Degradación y Sin Degradación, sin embargo persiste una alta cantidad de modificaciones por introducción de elementos antropogénicos en el paisaje y valores altos de modificaciones en la cobertura superficial, todo ello como resultado de la creciente urbanización, las actividades agrícolas y la sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico. Es significativo que el 13 % de las UGs se encuentran en Condición de Muy Degradado, principalmente por el alto riesgo de proximidad de fallas y fracturas para la población residente y la baja calidad del entorno habitacional en las UGs ubicadas en las áreas limítrofe con la zona Urbana, muestra valores altos de antropización por las modificaciones en la cobertura superficial, ello se corresponde con los altos valores de degradación en la Permeabilidad del Suelo por Transformación de la Cobertura Terrestre y la contaminación atmosférica por emisiones de talleres y fábricas es muy alta hacia el oeste.

En la Zona Rural, las Condiciones Socio-Habitacionales describen Condiciones Desfavorables y Muy Desfavorables en el 34 % del total de sus Unidades Geoecológicas (UGs), a pesar de que la densidad población es muy baja con 49 habitantes por kilómetros cuadrados (1686.7 km²), en esta Zona predomina la población infantil con relación a las demás Zonas de la ZMM y existe unidades con alto número de niños que no asisten a la escuela. El porcentaje de población discapacitada es muy alto y ello coincide con un número alto de habitantes sin derechohabencia a los servicios médicos. La población inmigrante desde Estados Unidos es muy alta, y esto concuerda con la baja cantidad de población económicamente activa. Las UGs rurales presentan mayor porcentaje de población analfabeta, acompañado por la concentración de población ocupada de 12 años y más sin escolaridad en estas unidades, ello implica que existe población infantil que trabaja. Los servicios básicos insatisfechos en las viviendas tienen valores altos y muy altos. La Condición predominante de los indicadores e índices analizados de los Componentes Naturales y Modificaciones Antropogénicas está en unidades en las categorías Sin Degradación a Poca Degradación, con el 71 % de todas las UGs rurales, solamente se presentan valores altos de la antropización de la cobertura superficial por el uso intensivo de la agricultura y en algunos sectores por modificaciones a la vegetación natural por plantaciones forestales.

- Con base a la metodología diseñada y aplicada, partiendo del enfoque geoecológico, fue posible distinguir cinco categorías de Estado o Situación Geoecológica en la Zona Metropolitana de Morelia (Situación Transformación leve, Situación Transformación Media, Situación Transformación Extensiva, Situación Muy Transformado y Situación Transformación Extrema); de las cuales fue representada cartográficamente su distribución en los 898 polígonos que conforman las 281 Unidades Geoecológicas. Dada la complejidad del análisis multivariable, multicriterio y multifuncional al interior de la Zona Metropolitana, fue necesario subdividir los niveles de Situación Geoecológica en cada categoría:

La categoría Transformación Leve se presenta en 185 unidades geoecológicas de tipología rural; en estas unidades existen condiciones de nula o muy baja degradación de sus componentes naturales, y predomina la función natural de estos espacios, por ello mantienen calidad geoecológica del paisaje antro-po-natural y son estables.

En la categoría Transformación Media se identifican 178 unidades geoecológicas identificadas como paisajes con signos de antropización y cierta estabilidad. Este rango o categoría se caracteriza por unidades geoecológicas de tipología rural-agrícola, se divide en tres "subrangos". En el Sub-rango 2-1 encontramos 137 unidades que ocupan una superficie de 76 Km², no fue posible calcular el índice de condiciones socio-habitacionales para estas unidades geoecológicas (porque no hay población) y se evaluó solamente el estado de los componentes naturales y las modificaciones antropogénicas cuya categoría predominante es; "Sin degradación a Poca Degradación" y "Poca degradación". En el Sub-rango_2-2, se distinguen 35 unidades geoecológicas que tienen una densidad poblacional de 58 hab/km², estas unidades conservan las funciones naturales en sus componentes naturales, y las relaciones socio-habitacionales que se manifiestan son favorables para la población que habita en las mismas. En el Sub-rango_2-3, se agrupan 6 unidades, que suman 9.4 km² de superficie y una densidad poblacional de 27 hab/km², las unidades conservan estabilidad en sus componentes naturales, y entre las relaciones socio-habitacionales que se manifiestan para la población, son unidades que han quedado dispersas, resultado de la asimilación de los territorios por la urbanización, no han sido ocupadas totalmente y mantienen aún estabilidad y calidad geoecológica.

En la categoría Transformación Extensiva se distinguen 201 unidades geoecológicas, clasificadas como paisajes artificiales agrícolas o semiurbanizados, estables a poco estables, con tipología de infraestructura periurbana y cultivos. En el Sub-rango_3-1, encontramos 14

unidades geoecológicas que ocupan una superficie de 1.76 km² y no tienen población, todas las unidades se encuentran en la categoría " Muy Degradado" de sus Componentes Naturales y Modificación Antropogénica. En el Sub-rango_ 3-2, aparecen 99 unidades geoecológicas con una densidad poblacional muy alta (2989 hab/km²), se agrupan unidades en situación favorable con tendencia a muy favorable para la población, estos escenarios ocurren en detrimento del espacio físico-geográfico sobre el que se asienta la población. Existen indicadores que muestran fuerte degradación y transformación, lo cual incide sobre la cobertura superficial del suelo por la constante ampliación de la infraestructura urbana. Se localizan en las unidades de la franja fronteriza entre las Zonas Urbanas y Periurbanas de esta categoría. En estas unidades se hace necesario mantener y mejorar su estabilidad y el equilibrio geoecológico. En el Sub-rango_ 3-3, se identifican 71 unidades con menor densidad poblacional (41 hab/km²), estas unidades mantienen aparente estabilidad en sus componentes naturales, aunque las relaciones socio-habitacionales que se manifiestan no son favorables para la población, esto se considera un ejemplo de espacios que conservan sus funciones naturales, aun cuando han asimilado actividad antrópica. En el Sub-rango 3-4, se agrupan 16 unidades, con una densidad poblacional de 551 hab/km², las unidades muestran concordancia entre las condiciones socio-habitacionales y las buenas condiciones del espacio físico-geográfico sobre el que se desarrollan, por lo que demuestran la funcionalidad del equilibrio geoecológico.

En la categoría Muy Transformado se incorporan 233 unidades geoecológicas clasificadas como paisajes altamente urbanizados, con inestabilidad, con tipología agrícola e infraestructura urbana. En el Sub-rango 4-1, se encuentran 83 unidades geoecológicas, que tienen muy alta densidad poblacional (5307 hab/km²), son espacios prácticamente consolidados y compactados con fuerte desarrollo urbanístico, lo que trae consigo un costo para el entorno natural. Las relaciones sociales reflejan favorabilidad propia del desarrollo urbanístico, con algunos problemas sociales relacionados con la educación, es por ello que estas unidades deben constituir una prioridad en la aplicación de políticas públicas para alcanzar la estabilidad geoecológica. En el Sub-rango 4-2, se identifican 99 unidades geoecológicas que presenta una densidad poblacional de 3147 hab/km², en las unidades persisten condiciones de Degradación de sus Componentes Naturales y la presencia de Modificaciones Antropogénicas, asociado a condiciones sociales desfavorables por lo que

constituyen espacios prioritarios de atención al no lograr calidad geoecológica de su entorno. En el Sub-rango 4.3, se identifica una densidad poblacional de 838 hab/km², se concentran condiciones desfavorables del estado socio-habitacional, sin embargo el contexto físico-geográfico se muestra en concordancia con el entorno, por lo que son unidades que requieren de atención para lograr la estabilidad geoecológica de sus funciones socio-naturales.

En la categoría Transformación Extrema se identifican 101 unidades geoecológicas son paisajes totalmente urbanizados, altamente inestables, con tipología de infraestructura urbana y habitacional principalmente. En el Sub-rango_5-1, se identifican 33 unidades geoecológicas con una densidad poblacional de 1658 hab /km², en las unidades encontramos un conjunto de situaciones desfavorables con tendencias a muy desfavorables para la población y en el espacio físico-geográfico coexisten indicadores en la categoría de muy degradado; existe la necesidad de equilibrar el desarrollo social con el entorno o basamento físico-geográfico para alcanzar la estabilidad geoecológica. En el Sub-rango_5-2, se identifican otras 68 unidades con una densidad poblacional de 7150 hab /km², las unidades en este grupo presentan condiciones de poca favorabilidad de las condiciones sociales de la población, sumado a una situación de degradación del entorno físico-geográfico que delimitan estas unidades, esto muestra la problemática que afectan la calidad geoecológica de estos espacios, por lo que estas unidades geoecológicas necesitan atención para alcanzar el equilibrio entre sus funciones naturales y las relaciones demográficas y socio-económicas de la población.

Dado lo anterior se concluye que:

- La Geoecología del Paisaje ofrece los fundamentos teóricos, conceptuales y metodológicos para el análisis ambiental de sistemas complejos como son las Zonas Metropolitanas, pues posibilita la integración del geosistema y el sistema socio-económico, con el uso de métodos multivariantes que permiten establecer las relaciones espaciales entre sus componentes.
- De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente propuesta metodológica, nuestra investigación contribuye al perfeccionamiento de un sistema universal de distinción, caracterización y cartografía de los paisajes en un contexto metropolitano como unidades geoecológicas, establece la aplicación de métodos de análisis sistémico de la situación ambiental de los paisajes urbanizados y en proceso de urbanización y

establece sólidos y coherentes criterios basados en la Teoría Geoecológica de los Paisajes, que sean aplicables en Zonas Metropolitanas para los trabajos de planificación y Gestión Ambiental y territorial para la implementación de políticas públicas.

- El Diagnóstico Geoecológico tiene carácter temporal, es decir, se realiza para un momento determinado, por ello, es necesario estudiarlo de forma dinámica, en diferentes períodos de tiempo, lo que permite analizar tendencias o predicciones, y explicar las causas de la degradación del ambiente físico y la desfavorabilidad de las unidades geoecológicas bajo diferentes periodos de modificaciones antropogénicas.
- Es importante señalar que los resultados expuestos en esta investigación tienen la posibilidad de un análisis más amplio o específico para una unidad geoecológica o la agrupación de las mismas desde diferentes indicadores y variables, o el análisis de los resultados del Diagnóstico Geoecológico por los municipios que integran la Zona Metropolitana.
- La presente propuesta es una aproximación al Estado o Situación ambiental desde la perspectiva geoecológica de la ZMM; de mejorar la información disponible, los resultados podrían ser más precisos, tanto para la evaluación del sistema socioeconómico-demográfico, como para el sistema antro-po-natural, y nos permitieran realizar análisis dinámicos que posibiliten elaborar tendencias y referir las causas de la situación evaluada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, P. (1996). *Análisis de los paisajes insulares del Archipiélago Sabana – Camagüey*, (inédito), Tesis de Doctorado, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, 130.

Adell, G. (1999). *Theories and Models of the Peri-urban Interface: a Changing Conceptual Landscape*, DPU Research Paper, Development Planning Unit, London. Accesado el 28 de febrero de 2013. Disponible en: http://discovery.ucl.ac.uk/43/1/DPU_PUI_Adell_THEORIES_MODELS.pdf

Albarrán, L. (2005). Impacto ambiental de la apertura de una fábrica de plásticos en la Ciudad de Morelia, Michoacán *Economía y Sociedad*, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México, vol. X, núm. 15, 121-144.

Ávila, P. (2014). Urbanización, poder local y conflictos ambientales en Morelia, Urbanización, *Sociedad y Ambiente*, Experiencias en ciudades medias. 1ra edición, ISBN: 978-607-024403-2, Impreso y hecho en México, 121-151.

Ávila, P. (2009). Hacia la insustentabilidad urbano-ambiental de Morelia: el proyecto de modificación del *Programa de Desarrollo Urbano*, Accesado el 28 de febrero de 2013. Disponible en: <http://archivo.lajornadamichoacan.com.mx/2009/06/10/index.php?section=opinion&article=010a1mun>

Ávila, P. (s/f). *Especulación del suelo y deterioro socioambiental en la ciudad de Morelia: el caso de la desregulación de la planeación urbana (1983-2003)*. Colegio de Michoacán, 13.

Ávila, H. (2009). Periurbanización y espacios rurales en la periferia de las ciudades, en *Estudios Agrarios*, Revista de la Procuraduría Agraria del Gobierno Federal Mexicano. Accesado el 20 de junio de 2013. Disponible en: http://www.pa.gob.mx/publica/rev_41/ANALISIS/7%20HECTOR%20AVILA.pdf

Ávila, H. (2001). Ideas y planteamientos teóricos sobre los territorios periurbano. Las relaciones campo-ciudad en algunos países de Europa y América, en *Investigaciones Geográficas Boletín del Instituto de Geografía*, UNAM, Núm. 45, 2001, 108-127.

Asociación de Geoecología en Alemania (VGoD) (2011). Recuperado el 18 de octubre de 2014, de http://www.geoekologie.de/es/es/f_geo_es.html

Bazant, S. J. (1983). Manual de criterios de diseño urbano, Editorial Trillas, México, D.F, 336.

Barros, L. (2011). Aplicações da geoecologia da paisagem no planejamento ambiental e territorial dos parques urbanos brasileiros. *Revista Geográfica de América Central*. Accesado el 28 de febrero de 2013. Disponible en: <http://revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2606>, 1–14 pp.

Bárbara, S., Valaski, S., Nucci, J.C. (2014). Hemerobia e Planejamento da Paisagem do bairro Mossunguê, Curitiba – PR. *Geografar*, Programa de Pós-graduação em Geografia – UFPR, v. 9, n. 1, Curitiba, 159-179.

Bell, S. y Morse, S. (2001). Breaking through the glass ceiling: who really cares about sustainability indicators. *Local Environmental* 6: 291-309.

Belem, G., y Nucci, J. C. (2011). *Hemerobia das paisagens: conceito, classificação e aplicação no bairro pici – fortaleza/ce*, 21 Curitiba, Departamento de Geografia – UFPR, 204-233.

Bertani, L A. (2011). *Evaluación geoecológica de los paisajes del departamento Minas (provincia de Neuquen), para el estudio de la degradación de la tierra*, Tesis de Doctorado en Geografía, en Jornada de “Territorios en movimiento: nuevas transformaciones en la Argentina de Hoy”, Argentina, 1- 9.

Bertrand, G. y Tricart, J. (1968). *Paysage et géographie physique globale*. Esquisse méthodologique. *Geographie des Pyrénées et du Sud-Ouest*, tomo 39(3), 249-272. Accesado agosto 21, 2016. Disponible en: http://www.persee.fr/doc/rgpso_0035-3221_1968_num_39_3_4553.

Binimelis, S. (2000). Sociedad postindustrial y dialéctica campo ciudad. Aportaciones al debate a modo de estado de la cuestión, *Lurralde: Investigación y Espacio*, núm. 23, Instituto Geográfico Vasco “Andrés de Urdaneta” (INGEBA), Guipúzcoa, País Vasco. 93-113.

Bifani, P. (1997). *Medio ambiente y desarrollo. El uso de la naturaleza y su degradación*. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México.

Bocco, G. y Urquijo, P. (2013). Geografía ambiental: reflexiones teóricas y práctica institucional. *Región y sociedad*, vol. 25, no. 56, 5-102.

Bocco, G., Mendoza, M., Priego, A. y Burgos, A. (2010). *La cartografía de los sistemas naturales como base geográfica para la planeación territorial. Una revisión de la bibliografía*. 1ra Edición, Impreso y hecho en México, 72.

Bollo, M. et al. (2017). Programa de manejo integral de la cuenca del río Santiago – Guadalajara. Resumen ejecutivo. En línea, 128.

Bollo, M., Hernández, J.R. y Méndez, A.P., (2014). The state of the environment in Mexico. *Central European Journal of Geosciences*, 6(2), 219–228. Accesado agosto 21. Disponible en: <http://link.springer.com/10.2478/s13533-012-0172-1>

Bollo, M., Hernández, J.R., Méndez, A.P. y Figueroa, J.M. (2013). La Geoecología y el ordenamiento territorial de la zona petrolera Región V Norte de Chiapas, *Ordenamiento territorial y participación social: problemas y posibilidades*. Accesado agosto 21. Disponible en la sección editorial de las páginas del Instituto de Geografía: www.igg.unam.mx/sigg, México. 474.

Bollo, M. y Hernández, J. R. (2008). Paisajes físico-geográficos del noroeste del estado de Chiapas, México. *Investigaciones Geográficas*, 66: 7-244.

Bosque, J. (1997). *Sistemas de información geográfica*. Madrid, Ediciones Rialp, 2º edición corregida, 451.

Botequilha, A. y Ahern, J. (2002). Applying landscape ecological concepts and metric in sustainable landscape planning. *Landscape and Urban Planning*, 59 (1): 65–93.

Buzai, G. D. (2014). *Mapas Sociales Urbanos*. Lugar Editorial. Buenos Aires. 2da. ed.

Buzai, G. y Baxendale, C. (2008). Clasificación de unidades espaciales mediante el uso de indicadores de planificación. *Serie-publicaciones del PROEG*. N° 6. Universidad Nacional de Luján. Luján.

Buzai, G. y Baxendale, C. (2006). *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*. Ed Lugar. GEPAMA. Buenos Aires, Argentina.

Buzai, G. 2004. Geografía Global: el paradigma geotecnológico y el espacio interdisciplinario en la interpretación del mundo del siglo XXI. 1ª edición – Lugar Editorial. Buenos Aires, Argentina.

Buzai, G. (2003). Mapas sociales urbanos. Lugar Editorial. Buenos Aires.

Cabrera, J. A. (1995). *Los Paisajes de la Provincia de Matanzas, Cuba: Una Concepción de Sistemas para la Estrategia de Sostenibilidad Geoecológica*. Universidad de La Habana Tesis de maestría, 112.

Capel, H. y Urteaga, L. (1991). *Las nuevas Geografías*. 3ra Edición. Salvat. Ediciones Generales, S.A. Barcelona, España.

Capel, H. (1975). La definición de lo urbano. *Estudios Geográficos (Madrid)*, n° 138-139, (Volumen de "Homenaje al Profesor Manuel Terán"), Accesado 20 junio 2013. Disponible en: <http://www.ub.edu/geocrit/sv-33.htm>, 265-301.

Carbajal, J. C., Hernández, J. R., y Bollo, M. (2010). Paisajes físico-geográficos del Circuito Turístico Chilpancingo-Azul, estado de Guerrero, México. *Investigaciones geográficas*, (73), Accesado 28 de septiembre de 2014. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112010000300006&lng=es&tlng=es, 71-85.

Cárdenas, O. (2007). Análisis geoecológico de la subcuenca Seibabo, Santi Spiritus, Cuba, *Revista Internacional de Ciencias de la Tierra Mapping*, núm. 119, eGeoMapping, Madrid, 26-33.

Castro, M. (2013). Fronteira oeste de mato grosso: o limite que integra, en XVII Simpósio Nacional de História_ Conhecimento histórico e diálogo social, del 22 a 26 de julio, Accesado 21 junio 2014. Disponible en: http://www.snh2013.anpuh.org/resources/anais/27/1364938804_ARQUIVO_ArquivoNAT AL .pdf

Castro, S. (2005). Evaluación de un índice para valorar las áreas verdes urbanas: su aplicación y análisis en la localidad de barrio Dent y Altos del Escalante con una perspectiva geográfica, *Rev. Reflexiones*, 84 (1): 107-125.

Cesar, F. (2009). Estudo integrado da paisagem nas regiões norte, oeste e centro-sul do estado do Paraná: relações entre a estrutura geoecológica e a organização do espaço. *Boletim de Geografia*, ISSN 2176-4786, vol. 26/27. Accesado el 3 de enero de 2015. Disponible en: <http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/7934/4741>, DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/bolgeogr.v0i0.7934>, no. 1, 81-94.

Corona, N. (2009). *Vulnerabilidad de la Ciudad de Morelia a inundaciones*, Tesis de Maestría, CIGA-UNAM.

Celis, F. (1988). *Análisis regional*. Editorial de Ciencias Sociales. La Habana. Cuba. 247.

Cortizo, A. J. (1987). La selección de variables en el análisis multivariante. *Métodos cuantitativos en geografía: enseñanza, investigación y planeamiento*. Grupo de Métodos Cuantitativos – AGE. Madrid. 157-172.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (1999) Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO. Ciudad de México, México. Accesado el 29 de febrero de 2013. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

Claval, P. (2002). A revolução pôs – funcionalista e as concepções atuais da Geografia. Em: Mendonca, Francisco e Salette KOZEL. (Org.), *Fundamentos de Epistemologia da Geografia*. Editora UFPR, Curitiba, 11-45.

Da Silva, E. y Rodríguez, J. (2011). Geoecología da paisagem: zoneamento e gestão ambiental em ambientes úmidos e subsumidos. *Revista Geográfica de América Central*, Accesado el 29 de febrero de 2013. Disponible en: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2446>, 1–12pp.

Da Silva, E., Gorayeb, A. y Mateo, J.M., (2010). *Geoecologia das Paisagens, Cartografia Temática e Gestão Participativa: Estratégias de Elaboração de Planos Diretores Municipais*. In VI Seminario Latinoamericano de Geografía Física, II Seminario Iberoamericano de Geografía Física. Coímbra. Accesado el 29 de febrero de 2013. Disponible en: <http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/edson> 1–8.

Delaney, D. (2005). *Territory. A Short Introduction*, Malden: Blackwell Publishing.

Davey, J. (1993). *Administración municipal*, Banco Interamericano de Desarrollo.

Delgado, G. (s/f). Zonificación ecológica económica, gobierno regional de Arequipa, Perú. Accesado 25 junio 2015. Disponible en: http://www.ciudad.org.pe/downloads/2/Taller_SistemasdeParques_06marzo12/presentaciones/ZEE.pdf

Diakonov, K. I. y Mamai, I. (2008). La escuela geográfica paisajística. En: Kasimov, N. S. (Ed.) *Las escuelas científicas geográficas de la Universidad de Moscú*, Moscú: Gorodiets, (en ruso), 324–386.

Di Gregorio, A. y Jansen. L.J.M. (2000). *Land Cover Classification System (LCCS), classification concepts and user manual*, FAO, Roma.

De Kimpe, C. y Morel, J. (2000). Urban soil management: a growing concern. *Soil Science*. Vol. 165 (1), 31-40.

Espinoza A, y Bollo M, (2015). Tipología de los paisajes antroponaturales como base para el ordenamiento ecológico territorial a diferentes escalas, *Perspectivas del ordenamiento territorial ecológico*, primera edición, Sociedad internacional para la planificación del suelo y ecológica, Mexico.

Escobar, L (2006). Indicadores sintéticos de calidad ambiental: un modelo general para grandes zonas urbanas, *Revista Eure* (Vol. XXXII, N° 96), Santiago de Chile, 73-98.

FAO (2005). Sistema de clasificación de la cobertura de la tierra. Conceptos de clasificación y manual para el usuario versión 2 del programa. En: http://www.glcen.org/downs/pub/docs/manuals/lccs/LCCS2-manual_270208_es.pdf

Flores, D., Vela, G., Gama, J. E., y Silva, L. (2009). Pedological diversity and the geoeological systems of Sierra de Guadalupe, central México. *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 26(3), Accesado el 22 de junio de 2017. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1026-87742009000300006&lng=es&tlng=en, 609-622.

Galochet, M. (2008). El Medio Ambiente en el pensamiento geográfico Francés: Fundamentos epistemológicos y posiciones científicas, *Cuadernos Geográficos*, 44 (2009-1), 7-28.

García, J. O. y Carrillo, E., (2006). *Relación Urbano-Rural y Medio Ambiente en la Región Centro de Michoacán, México*. Tercer encuentro internacional sobre Desarrollo sostenible y población, realizado del 6 al 24 de julio.

García, R. A. (2001). El paisaje: una herramienta en el estudio detallado del territorio, en *Revista Kuxulkab. Revista de Divulgación*, vol. VII, Núm. 14. 22-33.

García, R. A. (1998). Geoeología del paisaje vegetal en el occidente de la ciudad de México, *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, n. 18: 115-137.

García de León A. (1997). Empleo de una metodología multivariada para la clasificación de unidades territoriales. *Revista del Colegio Mexicano de Geografía* 14, 5-20.

García de León A. (1989). La metodología del Valor Índice Medio. *Boletín del Instituto de Geografía-UNAM* 9, 69-87.

Garduño, V.H.; Arreygue, E.; Israde, I. y Rodríguez G. (2001). Efectos de las fallas asociadas a sobreexplotación de acuíferos y la presencia de fallas potencialmente sísmicas en Morelia, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, v. 18, núm. 1, 37-54.

González, J.J. (2006). *La utilización del enfoque geoeológico en la ordenación y gestión de los espacios naturales: el caso del Parque Nacional de los Picos de Europa*. Santander, España: Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio, Universidad de Cantabria.

Girvetz, E.; Thorne, J. H.; Berry, A. M. y Jaeger, J. A.G. (2008). Integration of landscape fragmentation analysis into regional planning: A statewide multi-scale case study from California, USA. *Landscape and Urban Planning*, 86 (4): 205–218.

Granados, J. (2008). *Percepción geoeológica sobre la fauna silvestre: hacia una mejor estrategia de manejo local*. Tesis de Maestría en Geografía (Orientación Manejo Integrado del Paisaje), Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México. 122.

Grosso, P. (1993). El análisis comparativo de los sistemas de producción, Dirección de Recursos Humanos, Instituciones y Reforma Agraria, FAO. 27.

Gvozdietskiy, N. F. (1988). Map on the state of environment-a global overview, *International Geographical Union Bulletin* 48 (1): 2-3.

Hawkins, V. y Selman, P. (2002). Landscape scale planning: exploring alternative land use scenarios. *Landscape and Urban Planning* 60 (3): 211–224.

Hernández, J. R., Bollo, M. y Méndez A.P. (2013). Ordenamiento ecológico general del territorio mexicano: enfoque metodológico y principales experiencias, Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles N.º 63.

Hernández, J. A. (2011). *Inundaciones y precariedad: adaptación y respuesta en la zona peri-urbana de la ciudad de Morelia, Michoacán*. Tesis de Doctorado, CIGA-UNAM, 292.

Hernández, J. A. y Vieyra, A. (2010). Riesgo por inundaciones en asentamientos precarios del periurbano. Morelia, una ciudad media mexicana ¿El desastre nace o se hace?, en *Revista de Geografía Norte Grande*, 47, Tema central. 45-62.

Hernández, J. Á.; Martínez, B.; Méndez, J. A.; Pérez, R.; Ramírez, J.; Navarro, H. (2009) Rurales y periurbanos: una aproximación al proceso de conformación de la periferia poblana, en *Papeles de Población*, Vol. 15, Núm. 61, julio-septiembre, Universidad Autónoma del Estado de México, México, 275-295.

Hernández, J. (2007). La situación del arbolado urbano en Santiago. *Ambiente Forestal* 3, 14-16.

Humacata, L.M. (2014). Aportes metodológicos del análisis espacial con Sistemas de Información Geográfica a la clasificación espacial en Geografía. *Revista del Departamento de Ciencias Sociales*, 3:118-147.

Humacata, L.M. (2015). Análisis socioespacial de los partidos de la cuenca media del río Luján (Argentina), utilizando Sistemas de Información Geográfica, *Rev. Geografía. Valpso*. N° 52, 72. – 86.

Hough, M. (1998). *Naturaleza y Ciudad*. Barcelona: Gustavo Gili.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) *et al.*, (2010). *Delimitación de zonas metropolitanas de México 2010*. México, 34.

Instituto Municipal de Desarrollo Urbano de Morelia (IMDUM), (2010). Programa de Desarrollo Urbano de Morelia (PDU), Ayuntamiento de Morelia.

INE-Pladeyra (2003). Paisajes hidrológicos y balance hídrico de la cuenca Lerma Chapala, México.

Jalas, J. (1955). Hemerobe and hemerochore Pflanzenarten. Ein terminologischer Reformversuch. *Acta Soc. Fauna Flora Fenn.* 72 (11): 1-15.

Jenerette, G. D.; Harían, L. S.; Brazel, A.; Jones, N.; Larsen, L. y Stefanov, W. L. (2007). Regional relationships between surface temperature, vegetation and human settlement in rapidly urbanizing ecosystems. *Landscape Ecology* 22, 353-365.

Kowarik, I. (1988). *Zum menschlichen Einfluss auf Flora und Vegetation. Theoretische Konzepte und ein Quantifizierungsansatz am Beispiel Berlin (West)*. Landschaftsentwicklung und Umweltforschung, Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftsentwicklung der TU Berlin Vol. 56: 241.

Ken A.; López, E.; Fuentes J.; Alvarado, F.; Saldaña, A.; Mendoza, M y Salinas, S. (2007). *Elaboración e instrumentación de un modelo de ordenamiento ecológico territorial para el Municipio de Morelia (fase de diagnóstico)*, Informe Técnico Final, Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México.

Klink, H. J. (1974). *Geoecology and Natural Regionalization*. Applied Sciences and Development, Inst. For Scientific Co- operation. FGR. 48-74.

López, E., Rangel, V. y Mendoza, M. (2014). Procesos de cambio de cobertura vegetal y uso del suelo en un municipio periurbano: el caso de Tarímbaro, Michoacán de Ocampo, México, *Urbanización, Sociedad y Ambiente, experiencias en ciudades medias*, Editorial Morelia Valladolid S. de R. L. de C. V., en Ciudad de Morelia, México, 151-196.

López, B. y Rodríguez, M. (2009). *Desarrollo de Ambientales y de sustentabilidad en México*. Instituto de Geografía, UNAM. DF, México. 27-55.

López, S. y López, M.L. (1985). Geografía-Paisaje-Taxonomía. Publicaciones de Biología de la Universidad de Navarra. *Serie Botánica*, no. 5, Accesado 21 agosto 2014. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10171/8164>, 23-44.

Mateo, J. M. y Bollo, M. (2016). *La Región como categoría geográfica*, UNAM: CIGA, Morelia, 108.

Mateo, J.M. (2013). *Teoría y metodología de la geografía*, Ministerio de Educación Superior Universidad de la Habana, Facultad de Geografía, Cuba. 273.

Mateo, J.M. (2008). *Planificación ambiental*. Edit. Félix Varela, La Habana, 166.

Mateo, J.M., Valdivia, I. y Bollo, M. (2008). *Sostenibilidad espacial y ambiental de la provincia Ciudad de La Habana*. Informe de los resultados del proyecto Caesar -- Ciudad de La Habana, Cuba: Editorial Universitaria, 2008. 2 ed. (electrónica). Publicado en formato impreso por Editora GEOTECH, 70.

Mateo, J.M. (2007). La Geoecología del Paisaje, como fundamento para el análisis ambiental. *Revista electrónica de PRODEMA*, 77-98.

Mateo, J.M. y Da Silva, E. (2002). Clasificación de los paisajes a partir de una visión geosistémica. Mercator, *Revista de Geografía de UFC*, Fortaleza. Brasil.

Mateo, J.M. (2002). *Geografía de los Paisajes. Primera Parte. Paisajes Naturales*. Ministerio de Educación Superior. Universidad de la Habana. Facultad de Geografía, 197.

Mateo, J.M., Da Silva, V. y Brito, A. P. (1994). Análise da paisagem como base para estratégia de Organização Geoambiental: *Corumbatai cspl Colectario 004*, Planeamiento Ambiental, Universidad de São Paulo, Brasil, 57–105.

Mateo, J.M. (1984). *Apuntes de Geografía de los Paisajes*. Empresa André Voisin. Universidad de La Habana, 50-55.

Mantilla, A. (2008). Álbum Metodológico para la actualización de los objetos representados en los mapas topográficos por medio de las fotografías aéreas en blanco y negro e imágenes espaciales. (Inédito). La Habana.

Mander, U., Muller, F. y Wrbka, T. (2005). Functional and structural landscape indicators: Upscaling and downscaling problems. *Ecological Indicators* 5 (4): 267–272.

Martínez, A. y Bollo, M. (2017). Aplicación del enfoque geoecológico para la interpretación espacial de los niveles de urbanización. *Economía, Sociedad y Territorio*, vol. XVII, núm. 53, enero-abril, El Colegio Mexiquense, A.C. Toluca, México. 115-144.

Mitchell, V.G. (2004). *Integrated Urban Water Management: A Review of Current Australian Practice*. Australia.

Miravet, B.; García, A.; Salinas, E.; Cruañas, E. y Remond, R. (2014). Diagnostico Geocológico de los paisajes de la cuenca hidrográfica Ariguanabo, Artemisa, Cuba, *Ciencias de la Tierra y el Espacio*, enero-junio, Vol.15, No.1, ISSN 1729-3790, Habana, Accesado 25 de mayo. Disponible en: <[http://www.iga.cu/publicaciones/revista/assets/05.geocol.paisajes.ariguan.\(5\).pdf](http://www.iga.cu/publicaciones/revista/assets/05.geocol.paisajes.ariguan.(5).pdf)>, 53-66.

Moresco, M., Walter, K. y Vinicius, D. (2014). Caracterização geocológica como subsídio para estudos ambientais em RPPNs: estudos de casos no Paraná. *Revista Árvore*, 38(5), Accesado el 29 de febrero de 2015. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622014000500015&script=sci_abstract&tlng=pt

Montoya, C. D. (2012). *Paisaje natural en la ciudad. Reflexión sobre el significado del paisaje natural en las ciudades*. Trabajo de grado. Maestría en diseño del paisaje universidad pontificia Bolivariana (UPB), Medellín Colombia. Inédito.

Natuhara, Y. (2006). Landscape evaluation for ecosystem planning. *Landscape Ecol Eng* (2): 3–11.

Nikolaiev, B.A. (2000). *Geografía del Paisaje*. Ed. Isdatelbo. UE Moscú.

Osorio, J.C. y Orejuela, J.P. (2008). El proceso de análisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio. Ejemplo de aplicación. *Scientia Et Technica*, vol. XIV, núm. 39, septiembre, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia, 247-252.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (1998) *Desempeño Ambiental la Agricultura desde 1990; Reporte Principal*, Paris, Francia.

Ordoñez, S. (2010). *Presentación En: Retos y perspectivas de la Gestión del Paisaje en Canarias*. M. Simancas y A. Cortina (Edits). Univ. Intern. Menéndez Pelayo, 123.

Ortega, J. (2000). *Los horizontes de la Geografía. Teoría de la Geografía*; Editorial ARIEL S.A., Barcelona, 604.

Opdam, P., E. Steingrover y S. Van Rooij. (2006). Ecological networks: A spatial concept for multi-actor planning of sustainable landscapes. *Landscape and Urban Planning* 75 (6): 322–332.

Ostaszewska, K. (2006). Models of landscape units –utopia or necessity. *Miscellanea Geographica*, 12: 5-11.

Paso, V. F. (2003). *Diccionario de términos de Geografía. Geosistemas*, Ediciones Buenos Aires.

Palacio, J.L.; Sánchez, M.T.; Casado, J.M.; Propin, E; Delgado, J.; Velázquez, A.; Chías, L.; Ortiz, M.I.; González, J.; Negrete, G.; Gabriel, J. y Márquez, R. (2004). Indicadores para la caracterización y ordenamiento del territorio. INE., México, D.F. Accesado enero 30, 2015. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/434.pdf>.

Pender, A., L. Dunne y F. Convery (2000). Environmental indicator for the urban environment: A literature review. *Working papers, Environmental studies Research series*. Dublin: University College.

Prato, P. (2000). Multiple attribute evaluation of landscape management. *Journal of Environment Management*, 60 (4): 325–337.

Priego, S.A.G.; Bocco, G.; Mendoza, M y Garrido, A. (2004). Propuesta para la generación semiautomatizada de unidades de paisajes Fundamentos y métodos. INE-SEMARNAT. México, D.F., 29-32.

Priego, S. A. G; Velázquez A y Guadarrama C.E. (2005). *El análisis de modificación geoecológica como herramienta del ordenamiento territorial: cuenca Lerma-Chapala*, México. Memorias III Congreso Internacional Ordenación del Territorio. CUCSH. Universidad de Guadalajara, México. 21.

Plan especial de indicadores de sostenibilidad ambiental de la actividad urbanística de Sevilla, (s/f). Folleto Técnico, Sevilla, España.66.

Quiroga, R. M. (2001). Indicadores de sostenibilidad ambiental y desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas. *Serie Manuales* no. 16, CEPAL. 122.

Quintela, J. (1996). *El inventario, el análisis y el diagnóstico geoecológico de los paisajes mediante el uso de los sistemas de información geográficas (SIG)*, Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Geográficas, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, La Habana, (inédito) 100.

Ramírez, L.G. (2013). *Evaluación de la heterogeneidad de los paisajes físico-Geográficos de Michoacán*. Tesis Doctorado (Doctorado en Geografía)-UNAM, Facultad de Filosofía y Letras Universidad Nacional Autónoma de México. 115.

Raffestin, C. (1980). *Pour une géographie du pouvoir*. Paris, Librairies Techniques.

Reyes, S. (2011). *Presentación. Ecología y Biodiversidad: Indicadores y estándares para las ciudades chilenas*. Santiago de Chile.

Reyes, S. y Figueroa, I. M. (2010). Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile, *Revista EURE*, vol. 36, no 109, diciembre 2010, 89-110.

Rennings, K. y Wiggering H. (1997). Steps towards indicators of sustainable development: Linking economic and ecological concepts. *Ecological economics and Ecological*, 20, 25-36.

Remond, R. (2004). *Estudio del estado de degradación de los paisajes de Cuba. Casos de estudio: provincia La Habana y municipio Artemisa*, Tesis de Doctorado, Universidad de la Habana (Inédito), Cuba, 187.

Riesco, C.P.; Gómez, Z. J. y Álvarez, S. D. (2008). Región, comarca, lugar: escalas de referencia en la metodología del paisaje. *Cuadernos Geográficos*, Universidad de Granada, España. 43 (2): 227-255.

Rivera, J. A. (2013). *Proceso de urbanización en Pereira y agentes urbanos en Pereira, Colombia: Desigualdad social, fragmentación espacial y conflicto ambiental, 1990-2012*, Tesis de Doctorado_ cap. 7, Universidad de Barcelona, España, 162-178.

Romanova, E.; Alekseev, B.; Vasilieva, M. (2010). Evaluación Geoecológica de los Paisajes (en el ejemplo del territorio de Netherlands). *Serie 5 Geografía*, 3-10.

Salinas, E. y Quintela, J. (2000) Paisajes y Ordenamiento Territorial: Obtención del mapa de paisajes del Estado de Hidalgo en México a escala media con el apoyo de los SIG, Alquibla, en *Revista de Investigaciones del Bajo Segura*, Alicante, No. 7, 517-527.

Salinas, E. et al. (1999). *Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Hidalgo*, México, Gobierno del Estado y Consejo Estatal de Ecología, México.

Salinas, E. (1991). *Análisis y evaluación de los paisajes en la planificación regional de Cuba*, Tesis de Doctorado, Universidad de la Habana (Inédito), Cuba, 187.

Sorensen, M., Berzatti, V, Kerpi, K. y Williams, J. (1998). *Manejo de las Áreas Verdes Urbanas*. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo. Departamento de Desarrollo Sostenible N° ENV-109.

Salichtchev, K. (1979). *Cartografía*. La Habana, Cuba.

Sánchez, H. U. (2011). *Calidad del agua y contexto social como base para la planeación y gestión en cuencas periurbanas. El caso del río chiquito, Morelia, Michoacán*, Tesis de Maestría en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México. 286.

Santos, M. (1996). *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. Editora Hucitec., São Paulo, 308.

Sánchez, D. C. (2007). *Contribución del análisis espacial a la ciencia y a la Geografía: el caso de los métodos clasificatorios*. Universidad del Salvador. Tesis Doctoral.

Santana, L. M.; Beaulieu, N. y Rubiano Y. (2004). Planificación en los Llanos colombianos con base en unidades de paisajes: El caso de Puerto López, Meta. *Geo Trópico*, 2 (1), 21-33.

Sigarreta, V. S. y Rodríguez, P. Y. (2013). Aplicación del enfoque geocológico en la definición de unidades espaciales para la gestión ambiental en la provincia de Holguín, Cuba, *Ciencias de la Tierra y el Espacio*, julio-diciembre, 2013, Vol.14, No.2, 141-153.

Sochava, V. S. (1972). *The study of geosystems: the current stage in complex Geography*, in Papers of the 22nd International Geographical Congress, Canadá, 38-57.

Sukopp, H. (1997). *Indikatoren für Naturnähe*. - In: *Bundesministerium f. Umwelt, Naturschutz u. Reaktorsicherheit (Hrsg) Ökologie*, Grundlage einer nachhaltigen Entwicklung in Deutschland. - Tagungsband zum Fachgespräch, 29. und 30. April 1997 im Wissenschaftszentrum Bonn - Bad Godesberg, 71-84.

Shishenko, P.G. (1988). *Estabilidad de los paisajes a las cargas económicas*. Geografía Física Aplicada. Editorial de la Escuela Superior, Kiev, Ucrania. 195.

Takeuchi, K. (1983). *Landscape Planning Methodology Base don Geoecological Land Evaluation*". *GeoJournal* 7.2, Akademische Verlagsgesellschaft • Wiesbaden. 167-183.

Toskano, G.B. (2005). *El proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores*. Trabajo de grado.

Troppmair, H. *Biogeografía e Meio Ambiente*. Río Claro: Edición del Autor, 1989, 258.

Trofimov, V. T. (2009). Paradoxes of Modern Geoecology, Moscow University Geology Bulletin, Vol. 64, No. 4, published in Vestnik Moskovskogo Universiteta. Geologiya, 203–213.

Urzainki, A. (1993). El medio rural en Euskal Herria, en *Lurralde: Investigación y Espacio*, ISSN 0211-5891, n° 16, Accedido 25 de agosto 2014. Disponible en: <http://www.ingeba.org/lurralde/lurranet/lur16/16urzain/16urzai.htm>, 57-74.

Vargas, F. (2016). *Estado Ambiental de la Región Bajío, Michoacán en el periodo 1990, 2000, 2010*. Tesis de Maestría, UNAM-CIGA.

Vara, J. L. (2010). *Un análisis necesario: epistemología de la Geografía de la Percepción*. Papeles de Geografía, 51-52, Universidad de Murcia, Murcia, España 337-344.

Vieyra, A. y Larrazábal, A. (2014). *Urbanización, Sociedad y Ambiente, experiencias en ciudades medias*, Editorial Morelia Valladolid S. de R. L. de C. V., en Ciudad de Morelia, México, 294.

Vidal, E. y Franco, I. (2009). *Impacto ambiental. Una herramienta para el desarrollo sustentable* AGT Editor. DF, México. 412.

Wong, N. y Yu, C. (2006). *Study of green areas and urban heat island in a tropical city*. Habitat International, N° 29, 547-558.

Wood, R. y Hardley, J. (2001). Landscape dynamics and the management of change. *Landscape Research*, 26 (1): 45-54.

Zuluaga, G. P. (2005). *Dinámicas Territoriales en fronteras rural-urbana en el corregimiento de Santa Elena*, Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, escuela del Hábitat-Facultad de Arquitectura, Medellín, Accedido 23 de junio de 2013. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/5019/1/43030944-2005.pdf>