



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE HIDROCIENCIAS

**DIAGNÓSTICO DE LA
EVALUACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL EN PROYECTOS DEL
SECTOR HIDRÁULICO EN EL
ESTADO DE MÉXICO**

ERIK ATONALTZIN TAPIA SANTIAGO

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

2021

La presente tesis titulada: Diagnóstico de la evaluación de impacto ambiental en proyectos del sector hidráulico en el Estado de México, realizada por el alumno: Erik Atonaltzin Tapia Santiago, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
HIDROCIENCIAS

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



Dr. J. Enrique Rubiños Panta

ASESOR



Dr. Oscar Antonio Arana Coronado

ASESOR



M.C. José Donald Ríos Berber

DIAGNÓSTICO DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN PROYECTOS DEL SECTOR HIDRÁULICO EN EL ESTADO DE MÉXICO

Erik Atonaltzin Tapia Santiago, M.C.
Colegio de Postgraduados, 2021

RESUMEN

El incremento del impacto ambiental crece año con año de una manera importante, esto se debe principalmente al crecimiento demográfico y económico. No obstante, estos impactos deberían estar previsto y mitigados, ya que para poder desarrollar cualquier proyecto de acuerdo con el Reglamento en Materia de Impacto ambiental de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) se requiere el ingreso, evaluación y aprobación del documento Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) que debe ser Evaluado por la SEMARNAT. Desafortunadamente en la realidad se siguen encontrando Impactos Ambientales al momento de la ejecución de las obras o actividades, lo que nos llevar a cuestionar el procedimiento de elaboración o evaluación de la MIA. El presente trabajo comprende el análisis de 23 MIA's aprobadas de las 31 ingresadas, dentro de un periodo de 6 años (2014-2019) en el Estado de México, que fueron sometidas a evaluación y aprobación ante la SEMARNAT a nivel Federal. Para lograr una mejor comparativa de las MIA's se utilizó un formulario donde se describieron las principales características de dicho instrumento de Evaluación de Impacto Ambiental. Con las características obtenidas se procedió al análisis y comparación de acuerdo a las Guías para la presentación de la MIA del sector Hidráulico en sus diferentes modalidades, con el fin de corroborar que cumplan con todos los requisitos para poder ser aprobadas. De igual manera con el fin de proponer un método de comparación de impacto ambiental, se realizó un análisis temporal del impacto sobre la vegetación esto ocupando Imágenes Satelitales Landsat 8, para identificar superficies de cambios, así como su vinculación con datos socioeconómicos, con el objetivo de identificar una relación. Finalmente se propusieron recomendaciones para el mejoramiento de la elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental, el Procedimiento de la Evaluación de Impacto Ambiental y la Evaluación de Impactos Ambientales generados por lo proyecto, con el propósito de evitar graves problemas ambientales.

Palabras clave: Manifestación de Impacto Ambiental, LANSAT-8, LGEEPA, Imágenes Satelitales, Impacto Ambiental.

DIAGNOSIS OF THE EVALUATION OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT ON PROJECTS IN THE HYDRAULIC SECTOR IN THE STATE OF MEXICO

Erik Atonaltzin Tapia Santiago, M.C.
Colegio de Postgraduados, 2021

ABSTRACT

The increase in environmental impact grows year after year in an important way, this is mainly due to demographic and economic growth. However, these impacts should be anticipated and mitigated, since in order to develop any project in accordance with the Regulation on Environmental Impact of the General Law of Ecological Balance and Environmental Protection (LGEEPA) entry, evaluation and approval is required. of the Environmental Impact Statement (MIA) document that must be Evaluated by SEMARNAT. Unfortunately, in reality, Environmental Impacts are still found at the time of execution of the works or activities, which leads us to question the procedure for preparing or evaluating the MIA. This work includes the analysis of 23 MIAs approved of the 31 admitted, within a period of 6 years (2014-2019) in the State of Mexico, which were submitted for evaluation and approval by SEMARNAT at the Federal level. To achieve a better comparison of the MIA's, a form was used where the main characteristics of said Environmental Impact Assessment instrument were described. With the characteristics obtained, we proceeded to analyze and compare according to the Guidelines for the presentation of the MIA of the Hydraulic sector in its different modalities, in order to verify that they comply with all the requirements to be approved. In the same way, in order to propose a method for comparing environmental impact, a temporal analysis of the impact on vegetation was carried out, using Landsat 8 Satellite Images, to identify areas of changes, as well as their link with socioeconomic data, with the objective to identify a relationship. Finally, recommendations were proposed for the improvement of the preparation of Environmental Impact Manifestations, the Environmental Impact Assessment Procedure and the Environmental Impact Assessment generated by the project, in order to avoid serious environmental problems.

Keywords: Environmental Impact Statement, LANSAT-8, LGEEPA, Satellite Images, Environmental Impact.

DEDICATORIAS

A Dios por presentarse en diferentes y maravillosas formas en mi vida.

A mi Esposa: Edith Ramirez Santiago, sin ti todo esto no podría ser posible, gracias por estar a mi lado en cada momento, por ayudarme a darme cuenta de las cosas que podemos lograr, “porque eres la gema que Dios convirtiera en mujer para bien de mi vida”, por no permitirme: “deshonrar a tu deshonrar a tu vaca”, porque si me dieran a elegir cualquier lugar del mundo en donde quisiera estar indudablemente escogería donde estés tú, nunca terminare de agradecer a Dios, a ti y a la vida por lo que tenemos y tendremos. Te amo “Edithsita”.

A mis hermanos; Yael Isay. por ya no ser ese pequeño travieso, si no todo un joven en crecimiento no pierdes tu esencia , porque a pesar de estar lejos hermano siempre estaré apoyándote en lo que pueda. Citlali Sarai, por ser una gran hermana por tener ese excelente sentido del humor y tus peculiares platicas. A los dos siempre podrán contar conmigo.

A mis Papás; Argelia y Rutilio gracias por apoyarme en varios aspectos de mi vida, que a pesar de todo están orgullosos de mí, de mis decisiones, de mis logros.

A mis Abuelitos: Clotilde, Aarón, Marcela, Federico; por sus sabios consejos, por sus agradables platicas, por estar conmigo en diferentes etapas de mi vida, y las que faltan por venir, muchas gracias.

A mis tíos, primos, suegros y padrinos, grandes personas que este espacio no sería suficiente para agradecer a todos.

A mis amigos que la Universidad me dio: Edson, Luis, Sammy, Picazo, Roberto, Pizaña, Ray, Pablo, Raúl, Gio y todas aquella personas que considero un amigo, pero la memoria no ayuda. Gracias a todos.

AGRADECIMIENTOS

Al Colegio de Postgraduado, por permitirme pertenecer a esta maravillosa institución y ser una parte importante de mi formación académica.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada para poder realizar mis estudios de Maestría.

A los integrantes de mi Consejo Particular, por el gran apoyo, orientación y buenos consejos en la realización de la presente tesis, grandes académicos, pero sobre todo grandes personas.

Dr. J. Enrique Rubiños Panta, muchas gracias por la paciencia mostrada y sobre todo la resiliencia en la realización de este proyecto. Y como menciono usted titularse es el objetivo. Gracias por permitirme formar parte de este postgrado.

Dr. Oscar Antonio Arana Coronado, le agradezco formar parte de este comité, por sus excelentes clases, buenas, pero sobre todo profesionales observaciones y gran amabilidad al momento de la realización de este proyecto.

Maestro José Donald Ríos B., muchas gracias por acceder a formar parte de esta investigación, por su disponibilidad y su amenas clases.

Dr. Cándido Mendoza Pérez, gracias por todas las observaciones hechas, por su amabilidad y disponibilidad.

A todo el personal del Colegio especialmente al de Hidrociencias, gracias.

CONTENIDO

RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
LISTA DE CUADROS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
1 INTRODUCCIÓN	1
2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
2.1 Justificación	2
2.2 Objetivos.....	4
2.2.1 General.....	4
2.2.2 Específicos.	4
2.3 Hipótesis.....	4
3 REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	5
3.1 Evaluación de impacto ambiental en el mundo	6
3.2 Evaluación de impacto ambiental (EIA) en México.....	8
3.2.1 Ley federal para prevenir y controlar la contaminación ambiental (LFPCCA)	9
3.2.2 Ley Federal de Protección al Ambiente (LFPA).....	10
3.2.3 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	11
3.3 Metodologías para la identificación y valoración del impacto ambiental....	25
3.3.1 Listas de chequeo	27
3.3.2 Método de Leopold	28
3.3.3 Método Battelle -Columbus.	29
3.3.4 Método de transparencias.	32
3.3.5 Análisis costos-beneficios.....	33
3.3.6 Modelos de predicción.....	34
3.3.7 Sistemas de Información Geográfica (SIG).	34
4 MATERIALES Y MÉTODOS	39
4.1 Recopilación de información.....	39

4.2	Valoración de la Información a obtener.....	40
4.3	Clasificación y análisis de los impactos ambientales.....	42
4.4	Estancias de valoración.....	42
4.5	Análisis de impacto ambiental usando el cambio de uso de suelo en municipios donde se desarrollan los proyectos.	42
4.5.1	Obtención de información.....	42
4.5.2	Clasificación para la detección de cambios.....	44
4.5.3	Análisis de la detección de cambios.....	45
4.5.4	Vinculación de clasificación de uso de suelo con datos socioeconómicos	45
4.6	Formulación de recomendaciones.....	46
5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
5.1	Análisis Preliminar	47
5.1.1	Tipos de proyectos ingresado ante SEMARNAT.....	47
5.1.2	Proyectos hidráulicos ingresados para evaluación ante SEMARNAT	49
5.1.3	Modalidad de los proyectos del sector hidráulico ingresados para evaluación	55
5.1.4	Naturaleza de los proyectos del sector hidráulico ingresado ante SEMARNAT.....	55
5.1.5	Localización de los proyectos ingresados ante SEMARNAT.....	56
5.2	Evaluación general de proyectos aprobados por SEMARNAT	59
5.2.1	Uso de mapas	62
5.2.2	Descripción de obras y actividades	62
5.2.3	Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicable en materia ambiental y desarrollo urbano.....	64
5.2.4	Sistema ambiental	65
5.2.5	Metodología para la identificación de impactos	68
5.2.6	Programas de monitoreo y vigilancia ambiental	69
5.2.7	Fuentes de información	69
5.3	Análisis de los impactos ambientales	71
5.3.1	Impactos ambientales generados por proyectos acuícolas	72
5.3.2	Impactos ambientales generados por proyectos de desarrollo urbano	72

5.3.3	Impactos ambientales generados por la descarga a corrientes o cuerpos de agua.....	73
5.3.4	Impactos ambientales generados por agua potable y alcantarillado	81
5.3.5	Impactos ambientales generados por plantas de tratamiento de aguas residuales	81
5.3.6	Impactos ambientales generados por muelles	82
5.3.7	Resultados de la clasificación de imágenes satelitales propuesta para análisis de impactos ambientales mediante cambio de uso de suelo.....	92
5.3.8	Detección de Cambios.....	102
5.3.9	Vinculación del cambio de uso de suelo con datos socioeconómicos donde se establecieron los proyectos	105
5.4	Discusión	111
5.4.1	Proyectos Hidráulicos en el Estado de México.....	111
5.4.2	Valoración de las Manifestaciones de Impacto Ambiental.....	112
5.4.3	Impactos ambientales producidos por proyectos del sector hidráulico en el estado de México.	124
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	129
6.1	Conclusiones	129
6.1.1	Situación de las Manifestaciones de Impacto Ambiental del sector hidráulico.	129
6.1.2	Proceso de evaluación de las MIA´s	130
6.1.3	Situación de los proyectos del sector hidráulico en el Estado de México	130
6.1.4	El futuro ambiental del Estado de México en relación a proyectos Hidráulicos	131
6.1.5	El cambio de uso de suelo como herramienta para el análisis del impacto ambiental.....	132
6.2	Recomendaciones.....	133
6.2.1	Sobre los consultores	133
6.2.2	Sobre los revisores.....	133
6.2.3	Sobre las manifestaciones de impacto ambiental.....	134
6.2.4	Sobre el monitoreo de los proyectos	135
7	LITERATURA CITADA.....	137
	ANEXOS.....	144

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Modalidad de las Manifestaciones de Impacto Ambiental con base en el tipo de proyecto.....	18
Cuadro 2. Información requerida con base en la Modalidad de la MIA.....	19
Cuadro 3. Categorías Ambientales propuestas por el Método de Batelle-Columbus.	30
Cuadro 4. Categorías de Uso de Suelo	43
Cuadro 5. Proyectos ingresados del sector hidráulico en el Estado de México, en el periodo de 2014-2019	49
Cuadro 6. Manifestaciones de Impacto Ambiental del periodo ingresadas ante SEMARNAT en el periodo 2014-2019, en el Estado de México.....	55
Cuadro 7.- Proyectos del Sector Hidráulico aprobados por la SEMARNAT en el periodo 2014-2019 en el Estado de México	59
Cuadro 8. Impactos ambientales y sus medidas de mitigación producidos por la realización de proyectos acuícolas.....	74
Cuadro 9 Impactos ambientales y sus medidas de mitigación producidos por la realización de desarrollos urbanos.....	76
Cuadro 10 Impactos ambientales y sus medidas de mitigación producidos por la descargas a corrientes o cuerpos de agua.....	79
Cuadro 11 Impactos ambientales y sus medidas de mitigación producidos por infraestructura de agua potable y alcantarillado	83
Cuadro 12 Impactos ambientales y sus medidas de mitigación producidos por plantas de tratamiento de aguas residuales	85
Cuadro 13 Impactos ambientales y sus medidas de mitigación producidos por muelles	87
Cuadro 14. Número de hectareas por cada categoría definida.....	92
Cuadro 15. Matriz de cambios entre los años 2013 y 2019.	103
Cuadro 16. Unidades relativas de metodologías más comunes en la elaboración de la MIA	118
Cuadro 17. Ventajas y desventajas de las principales metodologías para evaluar impactos ambientales.....	119

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo de la elaboración de la MIA con base en las guías sectoriales.	21
Figura 2. Procedimiento de la Evaluación de Impacto Ambiental.	24
Figura 3. Flujo de trabajo para la clasificación supervisada y su análisis.....	45
Figura 4. Tipos de Proyectos que ingresaron a SEMARNAT entre 2014 y 2019.	48
Figura 5. Tipos de proyectos hidráulicos durante el periodo 2009-2014.....	56
Figura 6. Municipios en los que se ubican los proyectos ingresados ante SEMARNAT en el periodo 2009-2014.....	57
Figura 7. Ubicación de las MIA´s ingresadas a SEMARNAT del Sector Hidráulico ingresadas en el Estado de México en el periodo 2014-2019.....	58
Figura 8. Proyectos aprobados del sector Hidráulico en el periodo 2014-2019 en el Estado de México.....	61
Figura 9. Porcentaje de información que se presentó en los 31 proyectos del sector hidráulico en el apartado de descripción de obras y actividades.....	63
Figura 10. Porcentaje de cumplimiento en la vinculación con los instrumentos de ordenamiento ecológico y desarrollo urbano.....	65
Figura 11. Porcentaje de información presentada en 23 manifestaciones de impacto ambiental en los diferentes apartados dentro del punto de Sistema Ambiental.	66
Figura 12 Metodologías empleadas en la valoración de impactos ambientales.....	68
Figura 13. Correspondencia de fuentes de información en las MIA´s aprobadas en el Estado de México en un periodo del 2014-2019.	71
Figura 14. Mapa de la clasificación de uso de suelo del año 2013	93
Figura 15. Mapa de la clasificación de uso de suelo del año 2014	94
Figura 16. Mapa de la clasificación de uso de suelo del año 2015	95
Figura 17. Mapa de la clasificación de uso de suelo del año 2016	96
Figura 18. Mapa de la clasificación de uso de suelo del año 2017	97
Figura 19. Mapa de la clasificación de uso de suelo del año 2018	98
Figura 20. Mapa de la clasificación de uso de suelo del año 2019	99

Figura 21. Cambios en la superficie del uso del suelo de 2013-2019 en la categoría de “áreas urbanas y áreas sin vegetación”.....	100
Figura 22. Cambios en la superficie del uso del suelo de 2013-2019 en la categoría de “Agricultura y Vegetación Impactada”.....	100
Figura 23 Cambios en la superficie del uso del suelo de 2013-2019 en la categoría de “cuerpos de agua”	101
Figura 24. Cambios en la superficie del uso del suelo de 2013-2019 en la categoría de “vegetación densa”	101
Figura 25 Mapa de detección de cambios del periodo 2013-2019.....	104
Figura 26 Comparación de la Categoría “Área Urbana y Áreas sin Vegetación” con la población de los municipios donde se ubicación los proyecto hidráulicos que requirieron MIA´s.....	105
Figura 27 Comparación de la Categoría “Área Urbana y Áreas sin Vegetación” con el PIB de los municipios donde se ubicación los proyecto hidráulicos que requirieron MIA´s.....	106
Figura 28 Comparación de la Categoría “Agricultura y Vegetación Impactada” con la población de los municipios donde se ubicación los proyecto hidráulicos que requirieron MIA´s.....	106
Figura 29 Comparación de la Categoría “Agricultura y Vegetación Impactada” con el PIB de los municipios donde se ubicación los proyecto hidráulicos que requirieron MIA´s.....	107
Figura 30 Comparación de la Categoría “Cuerpos de Agua” con la población de los municipios donde se ubicación los proyecto hidráulicos que requirieron MIA´s.....	107
Figura 31 Comparación de la Categoría “Cuerpos de Agua” con el PIB de los municipios donde se ubicación los proyecto hidráulicos que requirieron MIA´s.....	108
Figura 32 Comparación de la Categoría “Vegetación Densa” con la población de los municipios donde se ubicación los proyecto hidráulicos que requirieron MIA´s.....	108

Figura 33 Comparación de la Categoría “Vegetación Densa” con el PIB de los municipios donde se ubicación los proyecto hidráulicos que requirieron MIA’s 109

1 INTRODUCCIÓN

El ser humano a lo largo de su existencia ha realizado modificaciones al ambiente del cual forma parte y depende para satisfacer sus necesidades básicas, no fue sino hasta que a partir de la década de 1960, cuando se empezó a reconocer que existía un crecimiento de la degradación ambiental a escala global (Carson, 1962), lo que ha impulsado el proceso del cambio de pensamiento a nivel mundial debido a las formas de interacción de las sociedad y la naturaleza, basándose ahora en el análisis interdisciplinario de la compleja problemática socioambiental (García, 2006).

Surgiendo así el concepto del desarrollo sustentable, lo cual se interpretaría como: “aquel que garantice las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (CMMAD, 1987). Sin embargo, para poder aplicar este concepto en su totalidad es necesario conocer los factores de presión antropogénicas y de la situación ambiental actual, lo que permitiría evaluar la magnitud de los cambios sucedidos, detectar las dinámicas ambientales y proponer medidas adecuadas de respuestas al respecto (UNDP, 2005).

Por lo que esta necesidad de prevención y mitigación de la degradación ambiental se creó el mecanismo de evaluación de impacto ambiental (EIA), promovido desde hace más de cuarenta años y teniendo una aceptación amplia a partir de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en 1992 (CNUMAD, 1992).

Debido a las agendas internacionales el mecanismo de la EIA ha sido aceptado en México en diversos ámbitos de acción. Especialmente a partir de la formulación de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (LGEEPA) (H. Congreso de la Unión, 1988). Esto ha generado la creación de diversos organismos e instituciones con la finalidad de lograr la protección del ambiente, como serían la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y el Instituto Nacional de Ecología (INE). (INE-SEMARNAP, 2000).

Estos organismos crearon procedimientos de regulación ambiental, pero fue hasta el año de 1994 que la política ambiental había adquirido un mayor énfasis en México, lo que desencadenó que en el año de 1996 se aprobara el nuevo reglamento en materia de impacto ambiental, en el cual se generaron once guías sectoriales para la elaboración de autorizaciones de materia de evaluación de impacto ambiental que aplican para las Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA) e Informes Preventivos (IP) en sus dos modalidades: particular y regional. (SEMARNAT, 2012).

2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

2.1 Justificación

En la actualidad son pocas las novedades o modificaciones que se han hecho a los instrumentos de Evaluaciones de Impacto Ambiental en México, esto ha ocasionado diferentes controversias al momento de ejecutar un proyecto que tiene una influencia ecológica importante, (Lara-González, 2013).

Ya que, si bien los encargados de dichos proyectos entregan toda la documentación correspondiente, así como el estudio a la instancia competente, la cual evaluará la factibilidad del proyecto, así como los posibles impactos que afectarían al ambiente, dando las recomendaciones para una adecuada ejecución, pero es ahí donde surgen los siguientes cuestionamientos; ¿Por qué se siguen presentando problemas ambientales en el desarrollo de proyectos con una previa autorización ambiental? y ¿Las medidas propuestas y aceptadas por las instancias federales no son suficientes para mitigar los impactos?, esto lleva a la posible observación de que los estudios de impacto ambiental adolecen de una calidad técnica.

Un ejemplo de esto lo menciona Ezcurra (1995), donde realizó un análisis crítico de las Manifestaciones de Impacto Ambiental que son sometidas a la aprobación ante el Instituto Nacional de Ecología (INE) y concluyó que:

“Un número muy grande de estudios presentan datos inventados, listados apócrifos de especies, (en otras palabras, copiados de publicaciones no citadas y que con desafortunada frecuencia provienen de lugares que no son cercanos al sitio de estudio), caracterizaciones falsas de suelos, datos fisicoquímico fabricados por aproximación a otros estudios, pero presentados como originales y exactos”.

Por lo que esto logra en varios casos problemas del tipo en ambiental lo que desencadena problemas del tipo social (Lara-González, 2013).

Como se mencionó en el apartado anterior se realizó el presente estudio donde se analizó de una manera objetiva y profesional los impactos provocados, analizados y reportados a través de las Manifestaciones de Impacto Ambiental en el sector hidráulico, en sus diferentes modalidades, con la finalidad de detectar las faltas que se presenta en la realización de las mismas ya que estos errores se ven reflejados y traducidos en impactos sobre el ambiente una vez ejecutado el proyecto y que en muchas ocasiones puede llegar a ser irreversible.

Adicionalmente se propone un método para evaluar los impactos ocasionados por lo proyectos analizados ocupando Imágenes Satelitales y vinculando los cambios con datos socioeconómicos, con la finalidad de crear un panorama amplio acerca del Impacto Ambiental.

2.2 Objetivos

2.2.1 General.

Analizar el contenido de las Manifestaciones de Impacto Ambiental aprobadas por la SEMARNAT del Sector Hidráulico en el Estado de México y realizar un diagnóstico, ocupando la vegetación como indicador de impacto ambiental.

2.2.2 Específicos.

1. Evaluar congruencia de las Manifestaciones de Impacto Ambiental en el estado de México en un periodo comprendido de 6 años (2014-2019).
2. Identificar y cuantificar los impactos ambientales generados por los proyectos hidráulicos en el Estado de México.
3. Analizar los cambios en la vegetación y ocuparlo como indicador de impacto ambiental producidos por los proyectos del sector hidráulicos en un periodo de 6 años a partir de imágenes Landsat 8.

2.3 Hipótesis

1. Las manifestaciones de impacto ambiental desarrolladas en el sector hidráulico en el Estado de México han evaluado los impactos de manera correcta.
2. Los impactos ambientales plasmados en las MIA's son identificados de manera correcta y oportuna.
3. Los cambios en la vegetación sirven como un parámetro para evaluar el impacto real ocasionado por los proyectos.

3 REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.

A lo largo de la historia el ser humano se ha enfrentado a una larga lucha por la sobrevivencia, ante dicha necesidad ha tenido que generar diversas estrategias que se lo permitan, una de las principales ha sido la de aprovechar todo aquel recurso que su medio le proporciona con la finalidad de satisfacer sus necesidades, sin embargo, con el paso de los años la relación estrecha que existía con la naturaleza se ha roto, pues gracias al crecimiento poblacional, y por ende económico se ha originado un deterioro del medio ambiente, el cual ahora es entendido como un entorno vital, en el que convergen diversos elementos naturales, artificiales, o inducidos por el hombre, los cuales hacen posible la existencia y desarrollo de quienes habitan e interactúan en dicho espacio (LGEEPA,2021).

Sin embargo, dicho desarrollo o crecimiento del ser humano ha mermado de manera directa e indirecta en el desarrollo de la naturaleza, dado que se ha generado en ella un deterioro o degradación ambiental por diversos factores entre los cuales es posible encontrar:

- Crecimiento demográfico
- Crecimiento industrial
- Falta de estrategias de planeación o manejo de recursos naturales.
- Desconocimiento de valor ecológico.
- Cero conciencia ambiental.
- Entre otros.

Y que, a pesar de que el concepto de desarrollo sustentable entendido como: *“aquel que garantice las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”* (Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, 1987), esté presente en los discursos, las acciones no han sido suficientes para minimizar la contaminación e impacto ambiental, derivándose así la pérdida de valiosos recursos naturales en todo el mundo.

De acuerdo a SEMARNAT E INE (2012) en la década de los años sesenta, en Europa se comenzaron a escuchar efectos negativos de las actividades humanas sobre el medio ambiente, en Suecia y Dinamarca se intentó saber con anticipación los efectos que ocasionarían ciertos proyectos en los ecosistemas, en Estados Unidos comenzaron las preocupaciones por los daños al ambiente, todo esto llevo a que tanto los gobiernos como las empresas se vieran obligados a invertir tiempo y dinero en buscar soluciones para prevenir, disminuir o contrarrestar los efectos negativos en la naturaleza, sin embargo, en su intento por limpiar los sitios contaminados y su imagen ante la opinión pública y los gastos económicos que esto generaba, ambos sectores, público y privado se vieron en la necesidad de buscar y generar mecanismos que les permitieran conocer con anticipación los efectos de proyectos en el ambiente.

3.1 Evaluación de impacto ambiental en el mundo

Lo anterior se deriva en la importancia y urgencia de unir de manera compatible el desarrollo económico y social con el aprovechamiento de recursos naturales (SEMARNAT E INE,2012), lo cual permite dar paso a la creación de políticas internacionales orientadas a la planificación y desarrollo sustentable de las actividades humanas en todo el mundo

De esta manera, a principios de los años setenta se desarrolla en Estados Unidos de América, el procedimiento de la EIA (Environmental Impact Assessment), introducido por el marco legal de la Ley Nacional de Política Ambiental (National Environmental Policy Act, NEPA) que se promulgó en 1970 (INE,2000), en donde de acuerdo a Bass y Herson (1993) se establece lo siguiente:

“Todas las instancias de gobierno identificarán y desarrollarán métodos y procedimientos que contribuyan a que en el menor tiempo posible los factores ambientales sean tomados en cuenta en la toma de decisiones técnicas y económicas”

Los propósitos de la NEPA de manera general son:

- Declarar una política nacional ambiental que estimule de manera productiva y amablemente la armonía entre las personas y el ambiente.
- Enriquecer la comprensión del sistema ecológico y los recursos naturales importantes para la nación.
- Promover esfuerzos que prevengan o mitiguen los daños al ambiente y la biosfera, y estimulen la salud y el bienestar.
- Establecer un consejo sobre la calidad ambiental.

Así, la preocupación de problemas ambientales inducidos por el desarrollo del ser humano, pasa a formar parte de un tema internacional, de tal modo que, en 1972 en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano en Estocolmo, y en la conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro en 1992, se establecen criterios para la incorporación de la EIA (Evaluación de Impacto Ambiental) como un instrumento de prevención ante efectos negativos para con el ambiente, a la vez que se intenta incrementar la conciencia ambiental.

¿Pero, qué es la EIA? la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se puede definir como: *“Un proceso que tiene como objetivo considerar los factores ambientales en la toma de decisiones en una proporción adecuada”* (Hollick,1981:79).

Dicho proceso se caracteriza por ser interdisciplinario, ya que tiende a realizar una mejor selección de alternativas de los proyectos de inversión, considerando siempre el factor ambiental como un elemento necesario para su implementación, puesto que requiere un análisis comprensible y que con una participación propositiva puede derivar en un proyecto adecuadamente evaluado (Bojórquez y García,1998), ya que está orientado a garantizar que las opciones de dichos proyectos sean ambiental y socialmente sostenibles.

La EIA se convirtió en un instrumento de política ambiental internacional, adoptado en numerosas jurisdicciones, desde países hasta entidades privadas.

A continuación, se enumeran algunos de los acuerdos que dan sustento a la EIA: (García, 2004):

- Declaración sobre política y procedimientos ambientales relativos al desarrollo económico (ONU, Nueva York, 1980)
- Metas y principios de la Evaluación de Impacto Ambiental (PNUMA, 1987)
- Nuestra propia agenda sobre desarrollo y medio ambiente (comisión de desarrollo y medio ambiente de américa latina y el caribe, 1991).

Lo anterior quiere decir que la evaluación ambiental tuvo y ha tenido como objetivo principal el disminuir costos derivados de la contaminación o impacto, que genere un proyecto al momento de su elaboración, y fue incorporado a la legislación de diversos países, con la finalidad de ir mejorando las políticas ambientales.

3.2 Evaluación de impacto ambiental (EIA) en México.

En México, los estudios de impacto ambiental se realizan desde hace más de 20 años, de acuerdo con SEMARNAT E INE (2012) se comenzaron a llevar en la administración federal a partir del año de 1977 para evaluar de manera preliminar proyectos de infraestructura hidráulica, sin embargo, Ezcurra (1995), Pisanty-Levy (1976),e INE (1994), mencionan que en un inicio, la EIA no se había visto más que como un proceso exclusivo de la burocracia, pues solamente se media la cantidad de proyectos evaluados y se dejaba de lado el objetivo real que era la prevención y mitigación del daño hacia el ambiente.

Surge entonces en México, (al igual que en otros países del mundo) la necesidad aún mayor de prever los efectos ambientales de las actividades puede generar un determinado proyecto en el medio ambiente en el que se pretende desarrollar. Por lo que, la EIA se retoma como una acción indispensable en nuestro país, lo que origina que se creen diversos instrumentos jurídicos, políticas y leyes, que regulen las actividades del ser humano, con el fin de evitar, prevenir y controlar los temas ambientales.

Así, surgen en México diversas legislaciones e instituciones que regulan y avalan la EIA como proceso que pretende la protección del medio ambiente, a continuación, se realiza un breve repaso a dichas normativas:

3.2.1 Ley federal para prevenir y controlar la contaminación ambiental (LFPCCA)

Fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de marzo de 1971 y se considera como el primer instrumento jurídico que México creó para regular las actividades del ser humano sobre el medio ambiente. La ley se basó en la legislación estadounidense, sin embargo, nuestro país tenía una visión particular sobre lo que eran en ese entonces los problemas ambientales, entendiéndolos desde la perspectiva de salud pública e ingeniería sanitaria, es decir, la preocupación se centró en el efecto que generaba la contaminación sobre la salud humana y la relación del ambiente con las condiciones insalubres, por lo que la aplicación de la LFPCCA le correspondía a la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA), mediante la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente (Ducoing, 1991).

LA LFPCCA, no hacía referencia directa a temas de impacto ambiental, se centró en la prevención y el control de la contaminación del aire, agua, que correspondía a la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH) (art. 5, cap. 3 de la LFPCCA), del suelo, la responsabilidad recaía en la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) (art. 5 y 23 de la LFPCCA), y la Secretaría de Industria y Comercio (SIC) (art. 5 y 23 de la LFPCCA) tenía la responsabilidad de la contaminación por actividades industriales.

En 1977, la SAG y la SRH se unen y dan origen a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), y se crea la Subdirección de Impacto Ambiental, sin embargo y a pesar de las modificaciones, la LFPCCA abordaba de manera dividida los temas ambientales, y aunque en su artículo 6, menciona que las instituciones SAG, SRH, posteriormente SARH, SIC, SSA, debían de “ *estudiar, planificar, evaluar y calificar todos los proyectos o trabajos relacionados con desarrollo urbano, parques nacionales, áreas*

industriales y de trabajo y zonificación en general para prevenir los problemas inherentes a la contaminación ambiental”,(SEMARNAT E INE,2012) aún no se contemplaba el término impacto ambiental, por lo que se siguió con la visión de salubridad como sinónimo del mismo.

3.2.2 Ley Federal de Protección al Ambiente (LFPA)

De acuerdo con SEMARNAT e INE (2012), en las administraciones públicas que comprendieron los años de 1983-1988 y 1989-1994, se realizaron diversos cambios respecto de las políticas ambientales, uno de los más importantes es que, desapareció la SSA (Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente) y se crea la SEDUE (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología), unida a ella la Subsecretaría de Ecología, quien tenía como adscrita la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental.

Lo anterior significó un cambio de enfoque, dado que se pasó de ver a los problemas ambientales desde una perspectiva de salubridad a comenzar a entenderlos como lo que realmente son, dos aspectos diferentes, que requieren acciones separadas.

Así, en 1982 se publica en el Diario Oficial de la Federación, la Ley Federal de Protección al Ambiente (LFPA), que sustituye a la LFPCCA, la cual traslada las atribuciones ambientales del sector salud a uno específico en el área ambiental, el cual estaba relacionado con la urbanidad, vivienda y ecología, de esta manera la visión de contaminación cambia por la de protección al ambiente.

Se incorporan términos como:

- Impacto ambiental: “alteración del ambiente ocasionada por la acción del hombre o la naturaleza” (DOF,1982).
- Manifestación ambiental: “(MIA) el documento mediante el cual se da a conocer, con base a estudios, el impacto ambiental significativo y potencial de un proyecto y la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo”: (DOF,1982).

Además, se aclara y estipula en qué casos sería necesario que se presentarán dichos documentos, sin embargo, se seguía limitando a los proyectos que pudiesen producir

contaminación o deterioro ambiental. Esto originaba discrecionalidad y subjetividad para determinar qué proyectos debían de estar sujetos a la aprobación de la SEDUE.

En esta ley y periodo se agrega por primera vez en la administración pública federal, una Dirección de Impacto Ambiental, la cual contaba con las atribuciones específicas en la materia y los recursos tanto materiales como de personal para llevarlas a cabo.

3.2.3 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Fue publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 28 de enero de 1988, la cual abrogó la LFPA, de esta ley se derivarían diversos reglamentos, entre ellos uno en materia de impacto ambiental que fue publicado en el DOF en junio del mismo año. Su objetivo principal, fue la de reglamentar las disposiciones que se enmarcaban en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que hacían referencia a la prevención, restauración y protección del equilibrio ecológico. (Hernández, 2017).

La LGEEPA, realizó algunas modificaciones en conceptos básicos con respecto a su ley antecesora, entre los que podemos encontrar son los siguientes:

- **Ambiente:** en su artículo 3° lo define como “El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempos determinados”.
- **Impacto ambiental:** entendido como la **modificación** que se realiza al ambiente ocasionado por la acción del hombre o de la naturaleza.
- **Manifestación de Impacto Ambiental:** “El documento mediante el cual se da a conocer, con base a estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una **obra o actividad**, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo” (DOF, 1988)

Como podemos ver, en el concepto de impacto ambiental, se cambió la palabra alteración por modificación y en el caso de manifestación de impacto ambiental, se sustituye la palabra proyecto por obra o actividad, que, aunque esto no pareciera tener importancia, la LGEEPA define de manera más precisa los conceptos ambientales sobre los que está elaborada.

A partir de su formulación se crearon diversas instituciones que tienen como finalidad la protección ambiental, y por ende entre sus tareas y obligaciones se encuentran la evaluación de impacto ambiental y riesgo ambiental. (Perevochtchikova, 2013).

Dentro de dichas instituciones podemos encontrar las siguientes:

- Secretaría del medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT)
- Instituto Nacional de Ecología (INE)
- Secretaría del Medio Ambiente del gobierno del Distrito Federal (en el nivel estatal, GDF)
- Etc.

Al momento de su creación, la LGEEPA era integrada por 194 artículos, actualmente son 204, debido a que con el paso del tiempo ha sufrido modificaciones y reformas a su contenido. Dichos artículos o disposiciones están organizadas en seis títulos: (Hernández, 2017):

1. Título 1: comprende disposiciones generales, distribución de aquello que le compete a cada gobierno (federal, estatal y municipal) y como se van a coordinar.
2. Título 2: nos habla sobre la regulación de la biodiversidad, menciona las características de cada una de las áreas naturales protegidas, procedimientos administrativos.
3. Título 3: Explica los criterios para el aprovechamiento sustentable y las actividades en que se deben aplicar.
4. Título 4: sobre la protección del ambiente, nos da las bases generales para la regulación de la actividad humana generadora de externalidades y mecanismos de seguridad.

5. Título 5: participación social y el derecho a la información ambiental.
6. Título 6: comprende lo relativo a la facultad de inspección y vigilancia de la autoridad, que se auxilia de la denuncia pública, en pocas palabras, se refiere a la responsabilidad en materia ambiental (Déctor, 2014).

Por su parte, el Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental (Diario Oficial de la Federación, 2000), establecía en el artículo 9, tres modalidades para la presentación de la manifestación ambiental: general, intermedia, específica. Además, presentaba el informe preventivo, el cual podía generarse cuando el promovente considerará que la obra o actividad no causaría daño o desequilibrio ecológico.

La LGEEPA en su artículo 28° en sus fracciones XI y XII, representa un sustento importante dentro del orden de inspección en materia de impacto ambiental, dado que establece mediante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el objeto de verificar que se lleve a cabo el cumplimiento de las leyes y normas creadas en beneficio del medio ambiente.

Dicho artículo a la letra dice:

ARTÍCULO 28.- *La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría.*

...

XI. *Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación.*

...

XIII.- Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.

El Reglamento de la presente Ley determinará las obras o actividades a que se refiere este artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento.

Actualmente la LGEEPA es la ley más importante en materia ambiental, dado que representa un gran avance en la materia, pues en ella se acentúan los procedimientos y metodologías para regular, la evaluación de impacto ambiental, y preservar nuestro medio natural causándole el menos daño posible.

3.2.3.1 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Es un reglamento que fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo del año 2000, el cual tiene por objeto reglamentar a la LGEEPA en el ámbito de impacto ambiental a nivel federal.

Está compuesto por 10 capítulos y 65 artículos, así como de cuatro transitorios, su organización se estructura de la siguiente forma:

Capítulo 1: abarca los artículos 1 a 4, y señalan las disposiciones generales del reglamento, así como las atribuciones de la SEMARNAT.

Capítulo 2 (artículos 5 al 8): Desde su artículo 5o, se encuentran establecidas las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental por parte de la secretaría, para poder realizar una actividad sobre el medio ambiente. A la letra, el artículo 5° dice lo siguiente:

“Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:”

Dentro de las obras o actividades que se encuentran descritas en dicho artículo, como aquellas que requieren autorización en temas de impacto ambiental se encuentran las siguientes:

- Hidráulicas
- Vías generales de comunicación
- Oleoductos, gasoductos, carbo ductos y poliductos.
- Actividades del sector hidrocarburos
- Petroquímicos
- Industria química
- Industria siderúrgica
- Industria papelera
- Industria azucarera
- Industria del cemento
- Industria eléctrica
- Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancia reservadas a la federación.
- Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radioactivos.
- Aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración
- Plantaciones forestales
- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas
- Parques industriales donde se prevea la realización de actividades altamente peligrosas.

- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros.
- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.
- Obras en áreas naturales protegidas.
- Actividades pesqueras que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas.
- Actividades acuícolas que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas.
- Actividades agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas.

Capítulo tres (art. 9-8), cuarto (art. 29-34) y quinto (art.35-36) indican los procedimientos que deberán seguir los promotores de las obras y actividades referidas en el capítulo 2, así como los tipos de estudios que deberán de presentar.

Capítulo sexto (art. 37- 43): brinda la pauta para que la ciudadanía participe y opine en temas ambientales, además de que brinda el acceso a la información con respecto a las actividades que se lleven a cabo, así como las obras que puedan incidir en el ambiente.

Capítulo séptimo (art. 44-50): mencionan que, una vez evaluado el estudio de impacto ambiental, la secretaría debe de emitir un resolutivo, el cual va a contener las características analizadas, así como las condiciones y medidas preventivas que los solicitantes deberán ejecutar durante las actividades u obras.

Capítulo octavo (art. 51-54), noveno (art. 55-64), decimo (art. 65): establecen las medidas que se pueden tomar por parte de la SEMARNAT, durante la ejecución de las obras o actividades, dentro de las que se pueden solicitar seguros o garantías con respecto al cumplimiento de las condiciones establecidas, también se menciona que la secretaría podrá realizar acciones o procedimientos de vigilancia e inspecciones, las cuales se harán mediante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), quien está obligada a atender las denuncias que señalen todo hecho o acción que produzca desequilibrio ecológico o daños al ambiente (LGEEPA, 2012)

Todo lo mencionado anteriormente, nos da un marco de referencia sobre la importancia que tiene nuestro medio ambiente en el país, y aunque sabemos que antes de que se crearan leyes públicas sobre el aspecto ambiental, ya se tenían registros de acciones relacionadas con la disminución y prevención de impacto ambiental, aun cuando no se le denominara EIA, las políticas y leyes llegaron a reforzar, a darle valor y sentido más real a los temas ambientales, así se retoma su importancia, de crear consciencia sobre el uso, cuidado y aprovechamiento de los recursos naturales, no solo en nuestro país, sino en todo el mundo.

De ahí surge la necesidad de crear políticas jurídicas que regulen las acciones humanas sobre éste, en el caso de México, mediante una realización correcta de EIA que permitan la coexistencia de la parte social, económica y ambiental, en donde todos los factores se beneficien, por ello cobra relevancia la importancia de evaluar de manera correcta y simultanea los aspectos involucrados y englobarlos en proyectos que sean sostenibles y donde el proceso de evaluación sea útil y evite daños futuros (González, Beltrán, Peralta, Troyo, Ortega, 2006).

3.2.3.2 Manifestación de impacto ambiental (MIA)

En 1988, México dio a conocer de manera oficial la legislación sobre la ecología y la protección al ambiente, la cual quedó plasmada en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), dicha ley como ya se ha mencionado anteriormente, vino acompañada de diversos reglamentos y creaciones de instituciones que a partir de entonces velarían por los temas ambientales.

La LGEEPA significo un avance notable en las condiciones nacionales para enfrentar los rubros de la ecología y el ambiente (Lara, 2013). Dentro de todos los artículos que forman parte de ella, así como de los diversos temas en materia ambiental se refiere, se encuentra la Manifestación de Impacto Ambiental o Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA), que el artículo tercero de la LGEEPA define como:

“El documento mediante el cual se da a conocer, con base a estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo” (LGEEPA, 2021)

La MIA se trata de un documento base, que se realiza mediante estudios técnicos, en donde las personas tanto físicas como morales, que deseen realizar alguna obra o actividad, que se señale en el artículo 28 de la LGEEPA, deberán de analizar y describir las condiciones ambientales con las que se cuentan antes a la realización del proyecto, esto con el objetivo de evaluar los impactos potenciales que la realización de dichas obras puede causar al ambiente, y así poder definir las acciones necesarias para mitigar, prevenir, disminuir o compensar las alteraciones. (Álvarez y Morales, 2013).

En el reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental, se consideraban tres modalidades de MIA, la general, la intermedia y la específica, actualmente solamente se contemplan dos (regional y particular), las cuales y de acuerdo con SEMARNAT (2018) se requieren en los siguientes casos mostrados a continuación:

Cuadro 1. Modalidad de las Manifestaciones de Impacto Ambiental con base en el tipo de proyecto.

Modalidad regional	Modalidad particular
<ul style="list-style-type: none"> • Parques industriales. • Parques Acuícolas. • Granjas acuícolas de más de 500 hectáreas. • Carreteras • Vías férreas. • Proyectos de generación de energía nuclear. • Presas. • Proyectos que alteran las cuencas hidrológicas. • Planes o programas parciales de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico. • Conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada. • Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en que se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proyectos individuales con impactos puntuales, es decir, demás casos previstos en el artículo 5° del reglamento de la LGEEPA en materia de EIA.

Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT (2008)

Dependiendo del tipo de MIA que se pretenda realizar, será la información que deba contener, ya que hacen referencia a situaciones o acciones diferentes, pues depende del nivel de impacto ambiental que se origine. En el **Cuadro 2**, se presenta el contenido que requiere cada tipo de MIA.

Cuadro 2. Información requerida con base en la Modalidad de la MIA

MIA Modalidad Regional	MIA Modalidad Particular
I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental.	I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable de estudios de impacto ambiental.
II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo.	II. Descripción del proyecto.
III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables.	III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo.
IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región.	IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto.
V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.	V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales.
VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.	VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales.
VII. Pronósticos ambientales regionales, y en su caso, evaluación de alternativas.	VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación VII, de alternativas.
VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.	VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT (2008)

Respecto de lo anterior, la DGIRA (Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental, antes DIA), formuló una serie de guías sectoriales que fueran utilizadas como instrumentos de apoyo para quienes desean realizar acciones, o actividades que puedan generar un impacto ambiental, de acuerdo a lo marcado en el artículo 28 de la LGEEPA y 5 del reglamento en la materia (SEMARNAT, 2012)

Se produjeron 11 guías, con la finalidad de orientar el desarrollo y la entrega de la MIA ya sea regional o particular, como requisito para obtener el permiso en materia de impacto ambiental, por parte de la autoridad correspondiente, SEMARNAT.

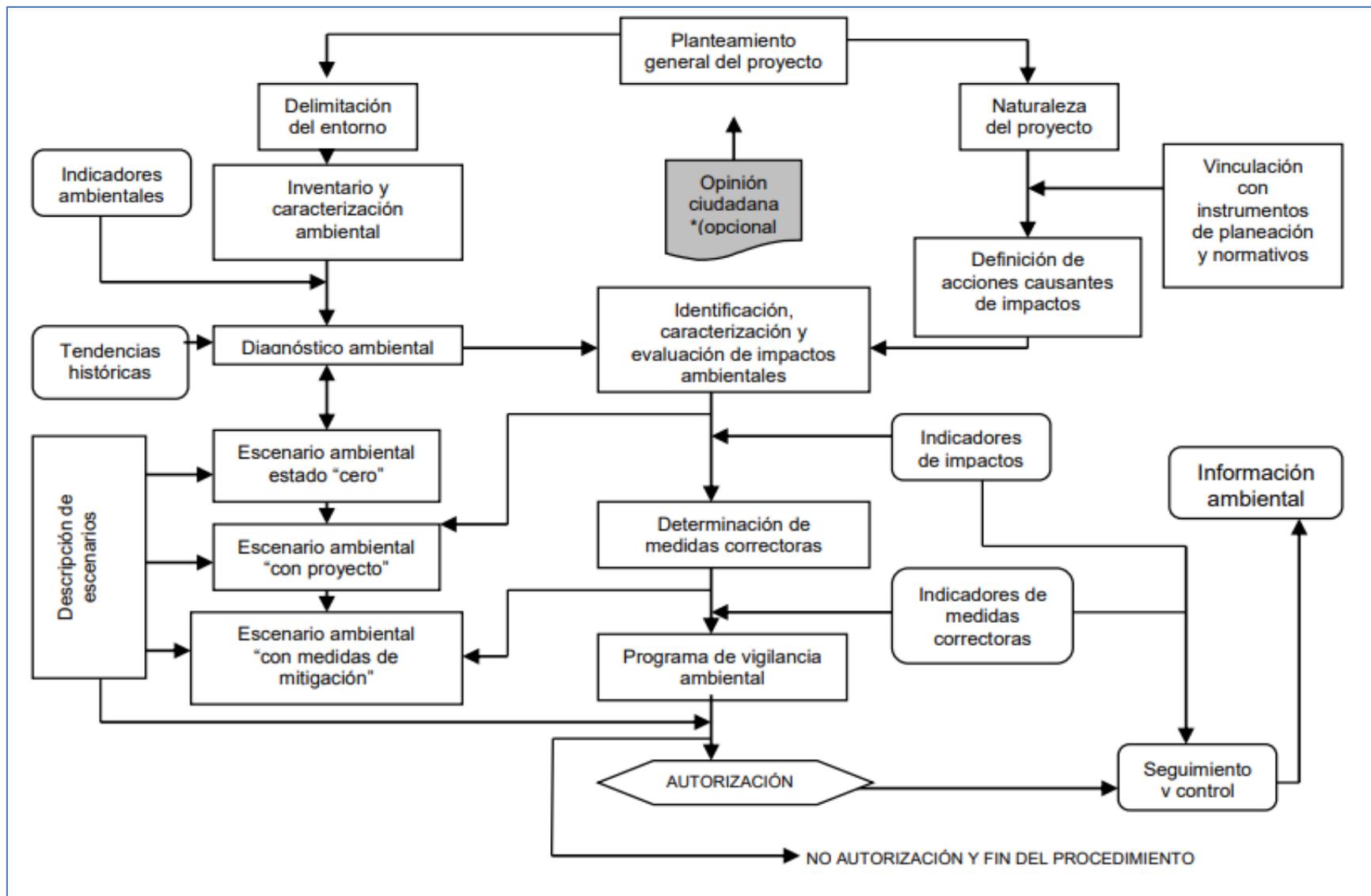
Las guías de la modalidad particular comprenden los siguientes sectores:

- Sector agropecuario
- Sector energía eléctrica
- Sector forestal
- Sector industrial
- Sector minero
- Sector pesquero-subsector acuícola.
- Sector petrolero
- Sector turismo
- Sector vías de comunicación.
- Sector hidráulico.
- Instalaciones para el tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos.

Para fines de la presente investigación, se utilizará como instrumento de evaluación y comparación la guía para la presentación de la manifestación del impacto ambiental del sector hidráulico en modalidad particular y la guía para la presentación de la MIA modalidad regional, ya que en ellas se incluye una orientación precisa y se brindan criterios cuantitativos que se requieren de acuerdo con el tipo de obra o actividad.

En la **Figura 1**, se presenta el diagrama de flujo, en el cual se sintetiza el contenido para la elaboración de la MIA en el sector hidráulico, el cual está indicado en las guías sectoriales antes mencionadas.

Figura 1. Diagrama de flujo de la elaboración de la MIA con base en las guías sectoriales.



Fuente: Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector hidráulico, modalidad particular.

Para poder realizar una evaluación de un estudio de impacto ambiental, como lo es la MIA, se debe de realizar de la siguiente forma (Álvarez y Morales, 2013):

- I. A nivel Federación: (SEMARNAT), respecto de obras y actividades de competencia federal corresponde a la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA): todas aquellas obras o actividades listadas en el artículo 28 de la LGEEPA y el 5° del reglamento en materia de impacto ambiental.
- II. Estados, para fines de EIA le corresponde:
 - a) La regulación de actividades que no sean consideradas riesgosas para el ambiente.
 - b) Regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y residuos sólidos e industriales que no sean peligrosos.
 - c) Regulación del aprovechamiento sustentable, prevención y control de la contaminación de aguas de índole estatal y nacional.
 - d) Prevención y control de contaminación generada por el aprovechamiento de las sustancias no reservadas a la Federación.
- III. Municipios, respecto de temas de impacto ambiental, le corresponde:
 - a) Aplicación de disposiciones jurídicas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por los autotransportes.
 - b) Aplicación de las disposiciones jurídicas en prevención y control de la contaminación de las aguas que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.
 - c) La preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en centros de población, derivados de los servicios de alcantarillado, limpia, mercados, centrales de abasto, panteones, rastros, tránsito y transportes locales. (SEMARNAT, 2012)

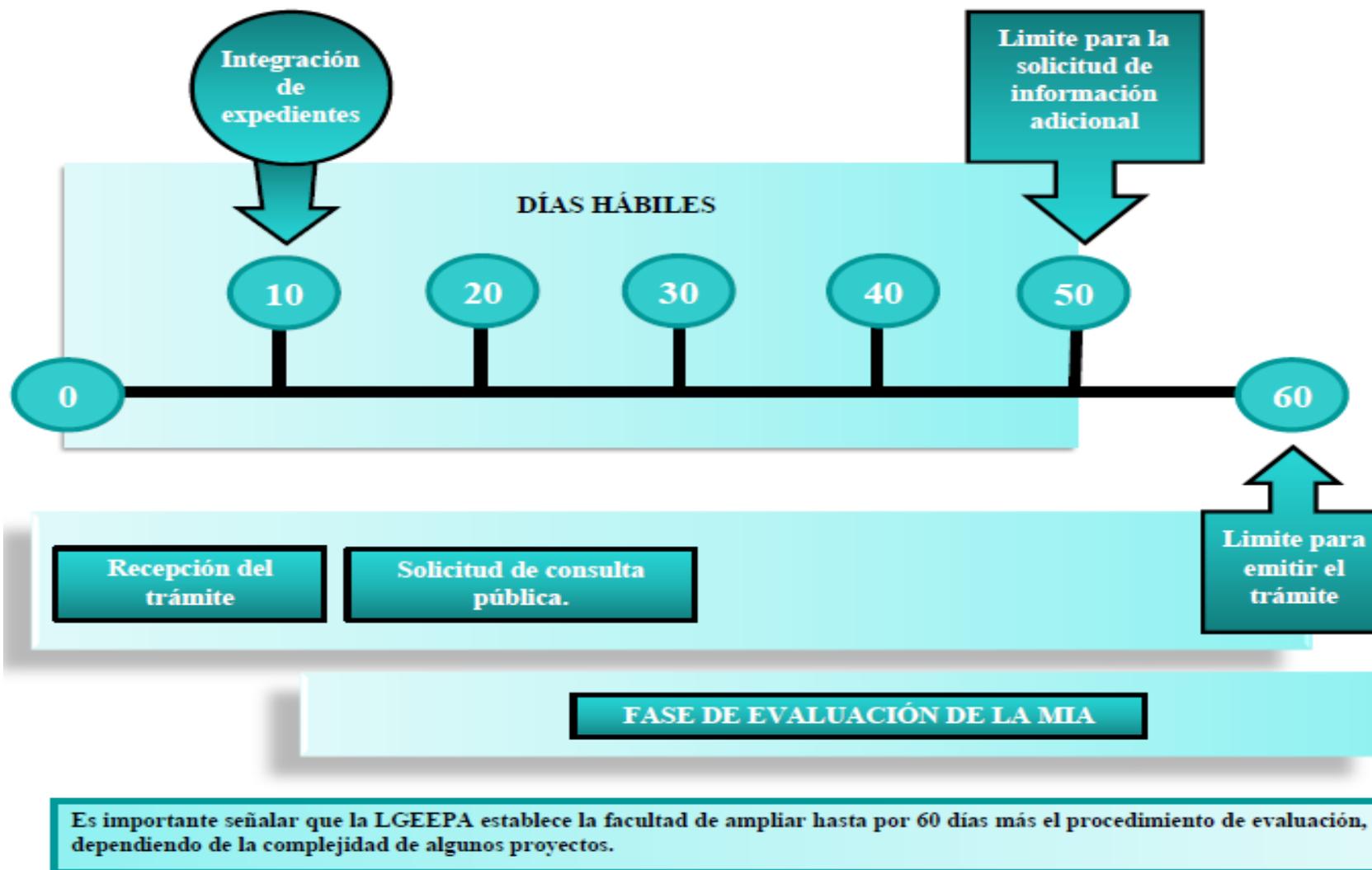
El procedimiento de evaluación de impacto ambiental al que la MIA hace cumplimiento, debe de darse de la siguiente forma (Juárez, 2003):

El promovente debe de presentar un estudio, que una vez que se revise el artículo 28 de la LGEEPA, puede ser un informe preventivo o bien una MIA, en alguna de sus dos modalidades, regional o particular.

El estudio se presenta ante la SEMARNAT, quien deberá de revisar los requisitos de ingreso, las copias que deben de entregarse y el pago de derechos. Posteriormente pasa a la revisión de competencia, de la cual, si es aprobada, pasa a la revisión de forma, contenido, nivel de estudio y estudio de riesgo para que posteriormente si se aprueba, se forme e integre su expediente.

Dicho procedimiento, se muestra en la **Figura 2:**

Figura 2. Procedimiento de la Evaluación de Impacto Ambiental.



Fuente: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018): <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/procedimiento-de-evaluacion-de-impacto-ambiental> (elaboración propia)

Una vez aprobadas las etapas anteriores, se decide y dictamina si se requiere una opinión técnica, información adicional o se puede dar inicio con las obras. De no aprobarse en alguna de las etapas anteriores, se solicita al promovente la información adicional y/o realice las observaciones necesarias. Seguidamente, se realiza una evaluación del estudio para proporcionar al promovente una resolución la cual puede ser en alguno de los siguientes términos:

1. Autorización en los términos manifestados.
2. Autorización condicionada.
3. No autorizada.
4. Se requiere de otro nivel de estudio.

En resumen, la MIA es un estudio de impacto ambiental, que tiene como objetivo, el observar y concluir como la actividad sí se puede realizar, ya que permite identificar las alternativas de viabilidad del proyecto, desde el punto de vista ambiental dichos estudios constituyen una herramienta de planeación por lo que debe de llevarse a cabo en las etapas tempranas de la actividad u obra a realizarse, pues deben de proporcionar elementos informativos y técnicos que sustentan la evaluación de los impactos y el diseño de medidas de prevención y mitigación. (Juárez, 2003).

3.3 Metodologías para la identificación y valoración del impacto ambiental

La evaluación de los impactos ambientales requiere interpretación de datos que se deben de obtener mediante la aplicación de modelos, metodologías y de trabajo de campo, lo cual influye en las decisiones que se tomen respecto de la actividad u obra a realizar.

Existen diversos tipos de métodos que han sido desarrollados y usados en el proceso de la EIA de proyectos, sin embargo y de acuerdo con (García, 2004) ningún método por si solo puede ser usado para satisfacer la variedad y tipo de

actividades que intervienen en un estudio de impacto, por lo que se debe seleccionar cuidadosamente y de manera adecuada los más apropiados para cada caso.

Las características deseables en los métodos que se adopten comprenden los siguientes aspectos: (García, 2004).

1. Deben de ser económicos en términos de costes y requerimiento de datos, tiempo de aplicación, cantidad y tiempo de personal, equipo e instalaciones.
2. Ser lo suficientemente independientes de los puntos de vista personales del equipo evaluador y sus sesgos.
3. Deben ser adecuados a las tareas que hay que realizar, dentro de ellas la identificación de impactos o la comparación de opiniones.

Sin embargo, debemos de estar conscientes que la aplicación de los métodos, no garantizan la proporcionalidad de respuestas completas a todas las preguntas sobre el tema de impactos ambientales de una actividad u obra, por lo que se debe seleccionar y valorar cuidadosamente aquel que concuerde con los objetivos del proyecto.

Actualmente, en materia de métodos de evaluación ambiental, se sigue ocupando una de las primeras fue la que realizaron Warner y Bromley en 1974 (García, 2004), en donde se tienen los siguientes cinco grupos:

1. Métodos “ad hoc”
2. Técnicas gráficas mediante mapas y superposiciones
3. Listas de chequeo
4. Matrices
5. Diagramas

Por su parte, Canter y Sandlet (1997), clasificaron las metodologías de impacto ambiental en veintidós grupos, los cuales están listados alfabéticamente y no en orden de importancia de uso, entre los que se encuentran:

- Analógicos
- Listas de chequeo
- Listas de chequeo enfocadas a decisiones
- Análisis ambiental coste-beneficio
- Opinión de expertos
- Sistemas expertos
- Índices o indicadores
- Pruebas de laboratorio y modelos a escala
- Evaluación de paisajes
- Revisión bibliográfica
- Cálculos de balance de materia.
- Matrices de interacción
- Monitorización
- Estudios de campo
- Redes
- Sobreposición de mapas
- Fotografías o fotomontajes
- Modelización cualitativa
- Modelización cuantitativa
- Evaluación de riesgo
- Construcción de escenarios
- Extrapolación de tendencias

Como se observa, son variadas las metodologías con las que se cuentan, por lo que, para poder seleccionar alguna se debe de tomar en cuenta características como: que dé una visión global, que sea selectiva y a la vez excluyente, si es objetiva o interactiva, si tienen aplicabilidad en los países de acuerdo con su legislación, marco de procedimientos, datos de referencia, etc.

A continuación, se realiza una descripción breve sobre las metodologías que de acuerdo con su función representan un amplio rango de opciones y facilitan la evaluación del impacto ambiental.

3.3.1 Listas de chequeo

Son una lista de control que resultan útiles elaborar con la finalidad de no omitir ningún aspecto importante, pues una vez identificados los impactos y conocidos los efectos, se pueden valorar las consecuencias tanto de los componentes o factores ambientales dentro de los que se encuentran, elementos de naturaleza física, biológica y humana, como de las etapas de la obra o actividad (preparación del sitio, construcción y operación).

De acuerdo con León (2004), las listas de chequeo son elaboradas según el tipo de actividad u obra, haciendo identificación de los elementos del medio, y que además podría incorporar escalas de valoración y ponderación de los factores, sin embargo, Magrini (1990) menciona que, a pesar de que dichas listas constituyen una forma concisa y organizada de relacionar los impactos, no permiten la identificación de las interrelaciones entre los factores ambientales, puesto que se inclinan más a ser un método cualitativo, limitando su alcance en el proceso de EIA.

3.3.2 Método de Leopold

Fue desarrollado por el Servicio Geológico del Departamento del Interior de Estados Unidos, no es un sistema de evaluación ambiental, sino un método de identificación que puede ser usado como de resumen para comunicar resultados (García, 2004).

Se desarrolla una matriz con la finalidad de establecer relaciones causa-efecto de acuerdo con características particulares de cada proyecto, partiendo de dos listas que contienen aproximadamente 100 posibles acciones y 90 elementos, factores ambientales, que pueden modificarse por el mismo proyecto (Leopold, *et al.*, 1971).

Es una matriz de doble entrada, que tiene como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones que tendrán lugar y que pueden causar impactos. Hammeken y Romero (2005) mencionan que, para poder utilizar acertadamente la matriz de Leopold, el primer paso consiste en la identificación de las interacciones existentes, García (2004) recomienda operar con una matriz reducida, dejando de lado las filas y columnas que no tienen relación con el proyecto. Posteriormente, por cada acción se considera su potencial de impacto sobre cada elemento ambiental, cuando se prevé un impacto, se traza una diagonal en las cuadrículas donde se interceptan con la acción.

Cada cuadrícula marcada con una línea diagonal, admite dos valores:

- 1) Magnitud: valoración del impacto o la alteración potencial a ser provocada: grado, extensión o escala; se coloca en la mitad superior izquierda. Hace referencia a la intensidad, dimensión del impacto en sí mismo y se califica del 1 al 10, siendo 1 la alteración mínima y 10 la máxima, anteponiendo un signo + para los efectos positivos y - para los negativos. (Coria,2008)
- 2) Importancia: valor ponderal, que da el peso relativo del potencial impacto, se escribe en la mitad inferior derecha del cuadro, y se refiere a la relevancia del impacto sobre la calidad del medio, y extensión o zona territorial afectada, se califica del 1 al 10, en orden creciente de importancia.

Una vez que se llenan las cuadrículas, se procede a evaluar e interpretar los números colocados. “La suma de las filas, indica las incidencias del conjunto de acciones sobre cada factor, y por lo tanto el grado de fragilidad. La suma por columnas provee la valoración relativa del efecto que cada acción producirá, es decir, su agresividad” (Coria, 2008. pág.128)

García (2004), menciona que la matriz de Leopold es global, debido a que cubre las características geo biofísicas, socioeconómicas, físicas, químicas y biológicas. Pero también es selectivo, ya que no logra distinguir entre efectos a corto y largo plazo, puede acomodar datos cuantitativos y cualitativos, pero no discrimina entre ambos.

3.3.3 Método Battelle -Columbus.

Representa “el primer esfuerzo serio de valoración de impactos que ha servido de base a métodos posteriores” (García, 2004). Fue elaborado para la planificación y gestión de recursos hídricos en Estados Unidos y se puede usar con dos fines:

- Planificar a medio y largo plazo proyectos con el mínimo impacto ambiental posible.
- Medir el impacto ambiental sobre el medio de diferentes proyectos de uso de recursos hídricos.

Considera cuatro categorías ambientales, que incluye 18 componentes ambientales, y se muestran en el **Cuadro 3**.

Cuadro 3. Categorías Ambientales propuestas por el Método de Batelle-Columbus.

Categorías	Componentes
Ecología	Especies y poblaciones
	Hábitat y comunidades
	Ecosistemas.
Contaminación	Agua
	Atmósfera
	Suelo
	Ruido
Aspectos estéticos	Suelo
	Aire
	Agua
	Biota
	Objetos artesanales
	Composición
Aspectos de interés humano.	Valores educacionales y científicos
	Valores históricos
	Culturas
	Sensaciones
	Estilos de vida.

Fuente: Elaboración propia con información de García (2004)

El método, se basa en una lista de indicadores de impacto, que contiene 78 parámetros o factores ambientales que representan un aspecto del ambiente que se puede considerar por separado. García (2004) menciona que dichos parámetros deben expresarse en unidades comparables, es decir, conmensurables, y de ser posible deben ser resultados de mediciones reales y que:

- Representen la calidad del medio ambiente.
- Sean fácilmente medibles sobre el terreno
- Respondan a las exigencias del proyecto a evaluar.
- Sean evaluables a nivel de proyecto.

La determinación del grado de impacto para cada parámetro ambiental viene dada por la ecuación siguiente.

$$UIA = UIP \times QA \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

UIA: Unidad de Impacto Ambiental; UIP: Unidad de Importancia; QA: Índice de Calidad Ambiental.

Coria (2008), explica que, los parámetros se miden de acuerdo a las funciones de utilidad con unidades conmensurables, como se ha dicho, que los llevan a “unidades de impacto ambiental” conocidas como UIA.

García (2004) y Coria (2008), coinciden en que para transformar los datos a UIA se tiene que:

- Transformar los datos de parámetro a índice de calidad ambiental.
- Ponderarse la importancia del parámetro considerado, según su importancia relativa dentro del medio ambiente.
- Expresarse el impacto neto como resultado de multiplicar el índice de calidad por su índice ponderal.

El índice de calidad ambiental es un número comprendido entre 0 y 1, para calcularlo, se le asigna un valor de 1 al valor óptimo del parámetro (por ejemplo, DBO, COV, etc.) y al pésimo el de 0.

Las UIA se obtienen de operaciones elementales de sumas ponderadas. Se calculan las unidades de impacto ambiental netas de cada parámetro (UIA_i) considerando que la unidad de impacto debida al proyecto es igual a la diferencia entre las unidades de impacto ambiental con él y sin proyecto:

$$(UIA)_{i \text{ con proyecto}} = (UIA)_{i \text{ con proyecto}} - (UIA)_{i \text{ sin proyecto}} \dots \dots \dots (2)$$

Pueden reflejarse así para cada parámetro, los valores en UIA_i neto correspondientes a:

$$Impacto \ global = \sum_{i=0}^{i=n} (UIA)_{i(dp)} \dots \dots \dots (3)$$

Donde

- Con proyecto, (UIA)_i, (cp)
- Sin proyecto, (UIA)_i, (sp) y
- Debido al proyecto (UIA)_i, (dp) por la diferencia de ambos.

Para una evaluación global o de comparación de alternativas, se hacen las adiciones que se crean necesarias, siendo el impacto global debido al proyecto.

Se concluye entonces que el método Batelle indica, el sistema para establecer la función de evaluación o de transformación de la calidad ambiental de un parámetro, en función de su magnitud, ésta puede ser lineal, con pendiente positiva, o negativa o bien tener un punto máximo intermedio. (Cotán, 2007).

3.3.4 Método de transparencias.

Fue propuesto por Ian L. Mc Harg (1969) en su libro "Design with nature", con él se han evaluado proyectos como: el trazo de una autopista, un ferrocarril, líneas eléctricas de alta tensión, gasoductos, aeropuertos, entre algunos otros enfocados en la localización de usos de territorio.

El motivo de que se utilice para este tipo de proyectos o actividades, se debe a que toma en cuenta las características del territorio, no llega a una evaluación profunda de los impactos, pero hace una identificación e inventario de los recursos para la integración del proyecto en el entorno, de la manera más equilibrada, armoniosa posible, permitiendo que las zonas con un alto valor social se dejen integras.

El procedimiento para poder aplicar dicho método, se basa en elaborar un inventario, que se representa mediante mapas con los factores de forma aislada: clima, geología, fisiografía, hidrología, suelos, flora, fauna y uso actual del suelo.

Se interpretan los datos del inventario en relación con las actividades objeto de localización y se plasma en mapas para cada actividad, agricultura, recreo, silvicultura y uso urbano.

Por último, se superpone en transparencias la cartografía lograda, especificando por cada componente un color que explique el grado de resistencia que cada uno presentará ante el proyecto, para así, resaltar las zonas de mayor sensibilidad ambiental y aquellas en donde se causa el mínimo perjuicio.

3.3.5 Análisis costos-beneficios.

Permite el valorar un problema ambiental mediante la comparación de los costos por daños, frente a los costos para evitarlos.

Sin embargo, Baldasano (2002), realiza una crítica a este método, pues menciona que en él no se consideró la pérdida de calidad ambiental ni la diversidad, en un análisis que incluya los costos-beneficios, debe de ser importante considerar y valorar los dos beneficios, ya que son un reconocimiento al hecho de que el crecimiento ilimitado genera problemas ambientales y por ende pérdida de calidad ambiental.

Un marco utilizado para valorar el daño a los recursos naturales y elegir entre diferentes opciones de restauración radica en los siguientes tres pasos (García, 2004):

- Evaluación del daño y su significado: se define el estado del recurso, antes del acontecimiento que provoco daño, a valorar la escala del daño e impacto, y determinar si es “significativo” o no.
- Principales posibilidades de restauración: aclara el cómo comenzar la restauración principal, es decir, se buscan las medidas y acciones que pretendan restaurar o mitigar el daño.
- Posibilidades de restauración compensatoria: se definen los objetivos para buscar las soluciones de restauración compensatoria.

3.3.6 Modelos de predicción

Se basan en modelos de transporte y transformación de contaminantes en la atmósfera o el agua superficial y subterránea.

Cuando hay datos suficientes y reales de la zona de afectación por las emisiones o vertidos de uno o varios focos, los métodos realizan un análisis mediante la modelización de características del medio emisor, difusor y receptor.

García (2004) menciona que, dichos modelos matemáticos permiten obtener datos y resultados concretos de los siguientes aspectos:

- Planificación urbana e industrial.
- Predicción de contaminación potencial,
- Diseño de redes de vigilancia de la calidad del aire.
- Optimización de la altura de chimenea para grandes y medianas instalaciones.
- Estudio de situaciones preoperacionales, o de punto cero, con la finalidad de determinar la contaminación de fondo existente en un lugar.
- Evaluación del impacto ambiental de un foco contaminante de la atmósfera.

3.3.7 Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Los Sistemas de Información Geográfica permiten, manipular, analizar y modelar datos con dimensiones espaciales (Martín,2007) Aportan soluciones a problemas geográficos complejos, lo que permite mejorar la habilidad del usuario a la hora de la toma de decisiones en investigación, planificación y desarrollo.

En aspectos de elaboración de EIA, los SIG sirven para:

- Identificar y valorar el estado antes de iniciar operaciones en el medio.
- Elaboración de inventarios normalizados para los factores ambientales.
- Generar cartografía asociada a los inventarios.
- Identificación y valoración de impactos potenciales.

- Selección de alternativas.

Los SIG, son útiles en ciertas fases del proceso de EIA, pues permite capturar, gestionar, manipular, analizar, modelar y trazar datos con dimensiones espaciales para resolver la planeación y gestión de problemas, gracias a que es un sistema de manejo de datos automatizado.

El primer paso, debe de ser el de recopilar los datos suficientes para la aplicación, posteriormente se realiza un preprocesamiento, es decir, se convierten los datos a un formato adecuado, por ejemplo, la digitalización de mapas. Finalmente, un SIG contiene un software para desplegar mapas, gráficas, datos tabulados, etc., esto permite al usuario la presentación más fácil de datos.

El administrador de la base de datos, brinda a los usuarios los medios para definir su contenido, insertar un nuevo dato, borrar datos antiguos o erróneos, identificar el contenido y modificarlo, en pocas palabras, el contenido se puede manipular, modificar a como el análisis lo vaya requiriendo.

La aplicación de SIG en procesos de EIA, se ha realizado recientemente, sin embargo, puede tener aplicación de manera directa o como herramienta de soporte de las fases del EIA (García, 2004).

Dentro de los SIG's para generar información en particular para cierto espacio o tiempo es muy común que se recurra a la interpretación de fotografías aéreas y/o imágenes satelitales. A estas técnicas se le denominan en conjunto percepción remota (Rosete y Bocco, 2003).

3.3.7.1 Percepción Remota

La percepción remota entonces es la ciencia y tecnología que sirve para adquirir información de la superficie de la Tierra y de la atmósfera usando sensores montados sobre plataformas aéreas (fotografía aérea) o satelitales (imágenes satelitales). Como su nombre lo indican estos sensores permiten analizar, identificar y cuantificar las características de objetos o áreas de interés sin tener un contacto directo. La percepción remota se clasifica principalmente en las siguientes categorías (Weng & Qihao, 2013):

- Percepción remota satelital, mediante el uso de satélites y sensores no fotográficos.
- Fotografía y fotogrametría aérea, se usan fotografía para capturar información.
- Percepción remota térmica, se usa información del espectro electromagnético únicamente en la porción del infrarrojo térmico.
- Detección de radio y alcance (RADAR), cuando se usan microondas.
- Detección de luz y alcance (LiDAR), cuando se utilizan pulsaciones láser que son transmitidas hacia la superficie.

El uso de sensores montados en satélites es la herramienta que ayuda a obtener observaciones claras, repetitivas y rápidas. Los datos que nos arroja este tipo de sensores tienen una amplia gama de aplicaciones, tales como; el monitoreo de uso de suelo, inventarios forestales, análisis y evaluación de fenómenos naturales, cambio climático, etc. (Navalgund *et al.*, 2007).

En este tipo de sensores destaca el programa Landsat, que ha proveído de datos continuos sobre monitoreo de recursos naturales durante más de 48 años, siendo una fuente principal de datos multiespectrales en alta resolución y permite realizar estudios multitemporales, por ejemplo, las ganancias o pérdidas de vegetación (Cano Salinas, Rodríguez Laguna, Valdez Lazalde, Acevedo Sandoval & Beltrán Hernández, 2017). Estos datos (imágenes satelitales) se encuentran de manera gratuita desde el 2008 (Phiri & Morgenroth, 2017).

3.3.7.2 Clasificación de imágenes

Las imágenes satelitales registran información a partir del proceso de interpretación y clasificación, que se logra a partir de la identificación de componentes de una imagen de acuerdo con sus firmas espectrales (Congedo, 2016), esto consta de dos etapas, la primera en la que se realiza el reconocimiento de categorías de uso de suelo o cobertura y la segunda etapa en la que se etiquetan las unidades a clasificar teniendo como unidad básica el pixel, las etiquetas son numéricas, por lo que a un pixel que se reconoce como perteneciente a una clase se le asigna "1" y en caso contrario "0", esto se hace con cada una de las clases que se definan (Mather & Koch, 2011).

Los métodos de clasificación evolucionan conforme son puestas en marcha más misiones satelitales, así como el progreso en las ciencias computacionales, es aquí donde cobra gran importancia el programa Landsat, ya que como se mencionó en párrafos anteriores proporciona información desde 1972, que día con día sigue mejorando su resolución espacial, espectral, radiométrica y temporal en los sensores montados. (Phiri & Morgenroth, 2017).

La clasificación supervisada es el procedimiento más usado en la actualidad para el análisis cuantitativo de la imagen satelital y es controlado por la persona que realiza la clasificación. En la clasificación supervisada es necesario contar con información adicional como mapas temáticas, fotografías aéreas, índice de vegetación, mapas topográficos, etc., para poder definir adecuadamente los valores de pixel a las clases correspondientes (Richards & Jia, 1999).

Uno de los algoritmos más utilizados de la clasificación supervisada es "Máxima verosimilitud" el cual asume que los datos siguen una función de distribución normal para asignar la probabilidad de que un pixel cualquiera pertenezca a cada una de las clases previamente determinadas. Este método puede usarse de forma automática, o puede establecerse algún criterio que permita asignar píxeles a una clase sólo si la probabilidad

correspondiente es superior a determinados límites. De igual manera permite definir algún criterio para medir la calidad de la asignación, sin embargo, la hipótesis de que los datos obtenidos por la reflectancia siguen una distribución normal no siempre es verdadera y debe verificarse siempre (Pastrana, 2011).

Una característica importante de la clasificación es la evaluación de la calidad de los mapas generados, de tal manera que se pueda cuantificar, identificar y reducir la incertidumbre en los datos representados. Esto cobra gran importancia al momento de llevarlo al usuario final, ya que le da una mejor validez y exactitud a la clasificación (Olofsson *et al.*, 2014).

En la actualidad, los mapas temáticos obtenidos a través de la percepción remota, son robustos, sin embargo, cualquier mapas realizado mediante esta tecnología contiene algún error con la áreas plasmadas en él, esto se debe principalmente en la incapacidad de representar condiciones espaciales y categóricas continuas en clases discretas. No obstante, la estimación del área de uso del suelo que nos arroja este análisis tiene grandes aplicaciones a escalas locales, nacionales y globales. (Olofsson *et al.*, 2014).

Por ejemplo, los estudios realizados sobre uso de suelo o cambio de uso de suelo que se realizan en ANP's en México, no evalúan la precisión de los mapas finales. Esto nos lleva al momento de realizar un análisis la información sea imprecisa (CONANP, 2009; Nagendra *et al.*, 2013; Sánchez-Reyes *et al.*, 2017).

La evaluación de la precisión compra la clasificación del mapa temático con datos de mayor calidad que fueron generados o tiene un respaldo basado en un muestreo. Si bien los datos de referencia con mayor calidad se pueden obtener con una verificación de campo, este apartado es costoso y laborioso, por ende, es más común el uso de imágenes satelitales o fotografías aéreas, si bien cuentan con mucha menor resolución espectral o temporal, si cuenta con mayor resolución espacial. De tal modo que, a falta de mejores datos de referencia, se puede utilizar la interpretación visual de los datos de referencia. (FAO,2016).

4 MATERIALES Y MÉTODOS

Para el análisis que se describe a continuación se tomó como documento de referencia la “Guía Para La Presentación De La Manifestación De Impacto Ambiental, Modalidad Particular, Sector Hidráulico y Guía Para La Presentación De La Manifestación De Impacto Ambiental, Modalidad Regional” (SEMARNAT, 2002).

La metodología que se ocupó para el presente proyecto consiste de 5 etapas principalmente.

4.1 Recopilación de información.

Se realizó la consulta de las manifestaciones de impacto ambiental del sector hidráulico para el Estado de México dentro de un periodo de 6 años (2014-2019), mediante la plataforma Sinat de Semarnat que puede consultarse en el siguiente enlace:

<https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/consultatramite/consulta.php?tema=02000000>.

Como primer paso se efectuará un análisis prospectivo de todos los proyectos de este sector, haciendo especial énfasis en características como:

- Tipo de proyecto (Canal, Planta de tratamiento, etc.)
- Ubicación.
- Descripción general.
- Extensión de la superficie.
- Inversión requerida.
- Duración del proyecto.
- Posible relación con alguna de las áreas naturales en sus diferentes niveles de observancia.

Una vez obtenido como primer acercamiento la información anterior se realizó un primer filtro de selección, en este se tomó en cuenta los proyectos con mayor magnitud, los más representativos, proyectos que comparten los mismos responsables de los estudios y

con especial énfasis en los que han causado mayor interés o polémica en el Estado, proyectos aprobados. A esta selección se realizó una revisión a mayor detalle con el formulario propuesto en el Anexo 1. A manera de referencia se consultó proyectos del mismo sector, pero en diferentes estados esto para poder tener otra perspectiva.

Una vez obtenida la información captura con base en Anexo 1, se procedió al análisis de información mediante dos líneas de investigación que serían: **calidad del contenido de las MIA's y análisis de los impactos ambientales.**

4.2 Valoración de la Información a obtener.

Se empleó la información y metodología contenida en las guías para la elaboración de Manifestaciones de impacto ambiental, que proporciona la SEMARNAT (2002) en sus dos modalidades, particular y regional, a grandes rasgos es la siguiente:

- I) •Información General del Proyecto.** Este apartado sirve con la finalidad de reconocer el tipo de proyecto, naturaleza, etc.
- II) Ubicación del proyecto.** Se revisará el uso adecuado de las escalas para representar el área de estudio dentro del medio geográfico.
- III) Descripción de obras y actividades.** Se verificará que cumplan con los requerimientos de demandan las guías y con base en la información total que se solicita se le establecerá un porcentaje de cumplimiento.
- IV) Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental.** Las guías para la elaboración de MIA's recomiendan un listado de leyes, reglamentos e instrumentos de planeación que se deben considerar para la creación de proyectos del sector hidráulico. A continuación, se listan los que se tomaron en cuenta para la valoración del presente apartado:
 - Ordenamientos ecológicos (nacional, regional y locales)
 - Plan de desarrollo urbano (estatal y local)
 - Programas de manejo de Áreas naturales protegidas.
 - Leyes: LGEEPA (federal y estatal), Ley de Aguas Nacionales, Ley Forestal, Ley de Desarrollo Urbano estatal, etc.

- Reglamentos: Reglamento de la LGEEPA
- Normas Oficiales Mexicanas: NOM-059-SEMARNAT-2014, entre otras.

Se tomará como medida un porcentaje de cumplimiento de acuerdo a las presentadas en las MIA´s.

- V) Sistema Ambiental (SA).** Se tomaron el mismo procedimiento que se empleara para evaluar la descripción de actividades, por lo que se verificara que los documentos contengan los requerimientos que exigen las guías y se otorgara un porcentaje de acuerdo a su cumplimiento.
- VI) Metodologías de campo.** Se revisó las metodologías empleadas para la obtención de la información ambiental, es decir, los parámetros ambientales y los listados de flora y fauna.
- VII) Listado de especies de flora y fauna.** Se verificó las distribuciones del listado que se presenta en los proyectos a analizar.
- VIII) Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.** Se revisó cuales son las metodologías que se emplearon en la identificación, cuantificación y evaluación de los impactos ambientales que genera el proyecto. Con el fin de comparar los resultados para las diferentes técnicas y determinar las más efectivas.
- IX) Programa de monitoreo y vigilancia ambiental.** Se identifico el porcentaje de proyectos a estudiar que cumplen con este requisito asi como la concordancia que marcan las guías sectoriales y su comparación con otros proyectos realizados en otras entidades federativas.
- X) Fuentes de información.** Se verifico el listado bibliográfico de cada uno de los trabajos con el propósito de encontrar un grado de correspondencia con la información contenida en los estudios. Este grado se determinó de acuerdo con el porcentaje de literatura citada que supuestamente contiene la información que se presenta en el documento.

Una vez evaluada esta información se tuvo la idea del grado de cumplimiento y calidad de las MIA´s estudiadas y que son aprobadas por la SEMARNAT.

4.3 Clasificación y análisis de los impactos ambientales.

Se realizó una clasificación de los impactos ambientales de acuerdo a la magnitud del proyecto, tipo y a las diferentes etapas de los mismos. A manera de un mejor análisis se generó una serie de cuadros donde se describieron los impactos significativos de acuerdo a las siguientes características: tipo (positivo o negativo), significancia, reversibilidad, extensión y medidas de mitigación.

4.4 Estancias de valoración.

Se realizó valoración de algunos proyectos que presente los impactos de mayor magnitud si así fuera el caso, esto con el propósito de identificar posibles anomalías en la ejecución del proyecto así como verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación contenidas en la MIA.

4.5 Análisis de impacto ambiental usando el cambio de uso de suelo en municipios donde se desarrollan los proyectos.

4.5.1 Obtención de información

Se utilizaron imágenes Landsat 8 de siete años distintos (2013-2019) que son los años donde se ingresaron los proyectos analizados además de un año anterior para servir como referencia. Se uso esta fuente debido a que contiene datos multiespectrales de alta resolución que permite realizar este tipo de análisis multitemporales (NASA, 2019). La consulta de disponibilidad de imágenes satelitales, así como su posterior descarga se realizó en el sitio web <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

Se seleccionaron las escenas que abarcarán los municipios donde se desarrollan los proyecto analizados pero debido a la amplitud de los municipios de interés abarcaron cuatro imágenes por año, de igual manera se buscó que tuvieran una cobertura de nubes menor al 10% para las ya mencionadas áreas. Se trato de obtener las imágenes en un

mismo rango temporal, para evitar sesgo y minimizar el efecto estacional sobre la vegetación (Sánchez-Reyes et al., 2017). Para estas imágenes se realizó una corrección atmosférica utilizando el complemento Semiautomatic Classification Plugin (SCP), instalado en el software libre QGIS 3.20.0 Odense (QGIS,2021), utilizando el método de corrección atmosférica Dark Object Substraction 1 (DOS1) (Congedo, 2016; Young et al., 2017).

Las áreas de interés son los municipios donde se localizan los proyectos a analizar en el presente documento, y fueron obtenidos de la división política municipal, escala 1:250000 (INEGI,2010), en formato shape, que se utilizaron como insumo para recortar y extraer las imágenes en cada uno de las bandas disponibles. El tamaño de pixel en las imágenes procesadas fue de 30 m, y se mantuvo así con la finalidad de lograr una uniformidad al momento de realizar los análisis pertinentes.

Como elementos auxiliares se utilizaron capas vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación en sus Serie V y VI, puesta a disponibilidad a todo el público por el INEGI (INEGI, 2013, 2016). De la misma manera se consultaron imágenes satelitales a través del servidor de Google Earth. Así como el conocimiento previo de algunas áreas de interés. En total se realizaron 10 muestras por cada clase por imagen. Las categorías de uso de suelo se definieron tomando en cuenta la cartografía existente, la resolución espectral, temporal, espacial, el tema de interés (impacto ambiental) y el conocimiento previo de las áreas (Sánchez-Reyes et al., 2017).

Los tipos diferentes de coberturas se agruparon en cuatro categorías de interés para el análisis como se observa en el **Cuadro 4**.

Cuadro 4. Categorías de Uso de Suelo .

Categorías	Descripción
Áreas urbanas y áreas sin vegetación	Áreas urbanas, semiurbanas, áreas con vegetación muy escasa, suelo desnudo o rocas expuestas.
Agricultura y Vegetación Impactada	Terrenos dedicados a la agricultura, terrenos ocupados anteriormente por agricultura, pastizales, Vegetación Secundaria (sin vegetación densa o de grandes dimensiones).
Cuerpos de Agua	Presas, Lagos, Lagunas, Jagueyes, Ríos
Vegetación Densa	Bosques con media y mucha densidad, de grandes dimensiones, o individuos de grandes dimensiones para cubrir el tamaño de un pixel.

Fuente: Elaboración propia.

4.5.2 Clasificación para la detección de cambios

Es posible utilizar dos perspectivas distintas para poder evaluar cambios, estas son: la preclasificación, en la que se comparan los valores espectrales de distintas fechas y posteriormente se clasifican los píxeles de acuerdo con el cambio observado en los valores; la postclasificación, implica clasificar imágenes de distintas fechas, para después poder comprar dos mapas categóricos e identificar cambios. Para el presente estudio se basó en la identificación de cambios en las superficies de cada uso en el lapso de tiempo establecido. Se utilizó el método de clasificación supervisada para el procesamiento de imágenes Landsat 8 mediante el software libre QGIS versión 3.20.0 Odense (QGIS,2021) y el complemento Semiautomatic Classification Plugin (SCP) (Congedo, 2016, Delgadillo, 2020). Además, se utilizó el algoritmo MAXLIKE, debido a buenos resultado en cuanto a la precisión esto mencionado por diversos autores (Berlanga-Robles & Ruiz-Luna, 2006; Fan, Weng, & Wang, 2007; Kovacs *et al.*, 2008; Muñoz-Villers & López-Blanco, 2008; Nagendra *et al.*, 2013; Patil, Desai, & Umrikar, 2012; Peng *et al.*, 2008; Phiri & Morgenroth, 2017; Sánchez-Reyes *et al.*, 2017; Sloan, 2012; Soffianian & Madanian, 2015; Vieira *et al.*, 2003).

Como primer punto para realizar la clasificación fue seleccionar “áreas de entrenamiento” o “superficies de interés”, en estas se dibujaron polígonos que cubrieran píxeles pertenecientes a la misma clase o cobertura de suelo identifica en el **Cuadro 4**. (Congedo, 2016). Se generó una firma espectral para cada categoría definida en función de las áreas de entrenamiento delimitadas, posteriormente las imágenes se clasificaron utilizando el algoritmo MAXLIKE. Las imágenes clasificadas se convirtieron en formato Shape para un mejor manejo, ya que al comprender varios municipios los límites entre estos suelen presentar discrepancias con una imagen raster, finalmente se obtuvieron valores y porcentajes de extensión en km² para cada categoría definida. (Nguyen *et al.*, 2012, Escandón C. J. *et al.*, 2009).

Para la presentación del análisis de imágenes Landsat se utilizó el siguiente flujo de trabajo (Figura 3)

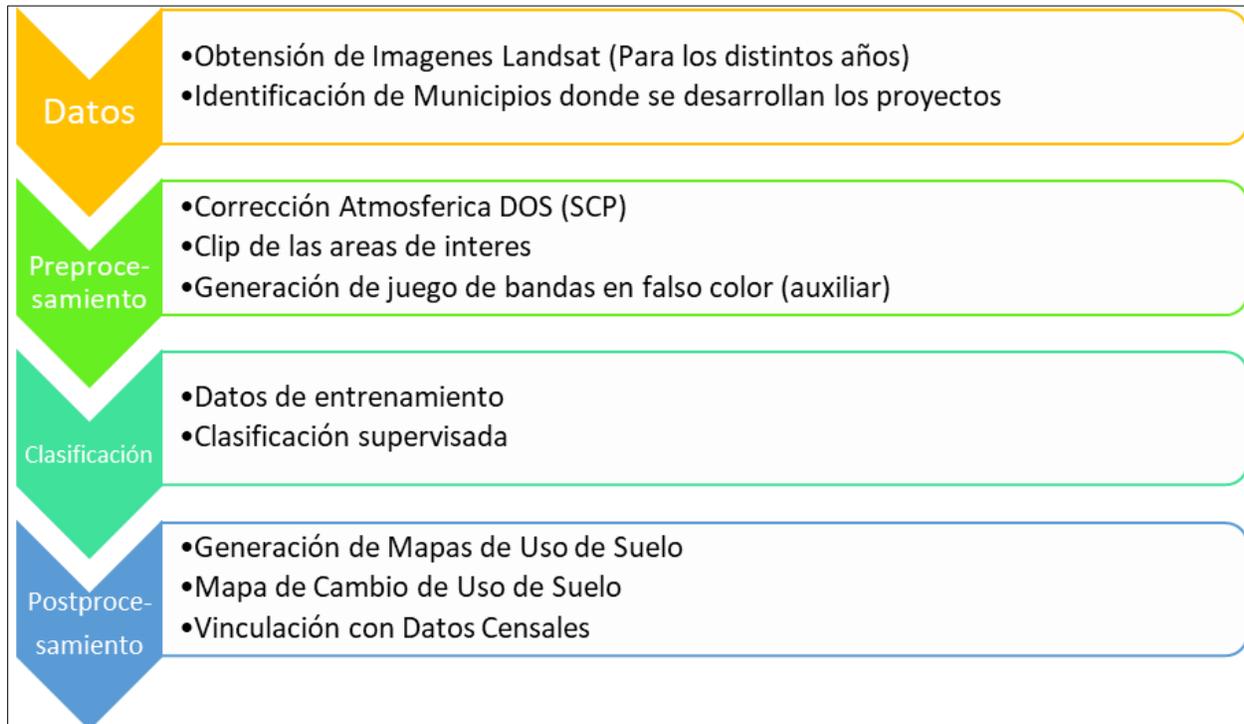


Figura 3. Flujo de trabajo para la clasificación supervisada y su análisis.

Fuente: Elaboración propia.

4.5.3 Análisis de la detección de cambios

Para conocer la dinámica del impacto ambiental que ocasiona el cambio de uso de suelo, se comparó dos periodos en un proceso de detección de cambios, es decir las 4 clases de cada mapa se contrastaron con las 4 clases de una fecha posterior para detectar la cantidad de áreas que cambiaron. (Chuvieco, 2000, Riaño, 2002, López Vázquez V. H, *et al.*, 2015). Para obtener la matriz de cambio se colocó la cantidad de hectáreas obtenidas para cada clase en cada uno de los periodos de tiempo en una hoja de cálculo de excel, y mediante una regla de tres se obtuvo el porcentaje de cambio de un periodo a otro.

4.5.4 Vinculación de clasificación de uso de suelo con datos socioeconómicos

Con la finalidad de conocer la importancia social, económica y ambiental de los municipios donde se desarrollaron proyectos del sector hidráulico que requirieron una

MIA, así como generar un panorama amplio e integrador, se vinculó las superficies resultado de la clasificación en el periodo analizado con las estadísticas poblacionales y económicas de los municipios donde recaen los proyectos, con datos publicados por el INEGI y el Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECEM), (González Ávila, M. E. 2006, López Vázquez V. H., *et al.*, 2015).

4.6 Formulación de recomendaciones.

Se propondrá puntos a considerar para lograr una mejor elaboración de las Manifestaciones de Impacto Ambiental, métodos para una óptima evaluación de posibles impactos ocasionados por proyectos, así como recomendaciones para mejorar el procedimiento de evaluación del instrumento MIA. Tomando como eje rector el desarrollo económico minimizando el impacto ambiental.

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se presenta los resultados del análisis realizado a las MIA's, así como el análisis del cambio de uso de suelo en un periodo de 7 años, con la finalidad de tener un indicador de impacto ambiental.

5.1 Análisis Preliminar

5.1.1 Tipos de proyectos ingresado ante SEMARNAT

Los proyectos del sector hidráulico en el Estado de México correspondientes al periodo enero del 2014 a diciembre del 2019, se presentaron 45 Informes Preventivos y 223 Manifestaciones de Impacto Ambiental para su autorización ante SEMARNAT, de éstos últimos, 219 corresponden a la modalidad particular y 4 a la modalidad regional. Una vez clasificación los documentos en función del tipo de sector al que pertenece cada proyecto

En la **Figura 4** se puede observar que el “**Desarrollo Urbano**” es el que presenta un mayor número de proyectos con 84, seguido por el sector “**Forestal**” con 80 proyectos, cabe resaltar que un gran número de estos son con la finalidad de realizar un desmonte del terreno, en otras palabras, solo comprende a la primera etapa de desarrollos urbanos, otra parte de este sector comprende aprovechamientos de recursos no maderables. El tercer sector con mayor número de proyecto es el “**Hidráulico**”, con 31 proyectos y por ultimo el sector “**Minero**” con 30 proyectos registrados.

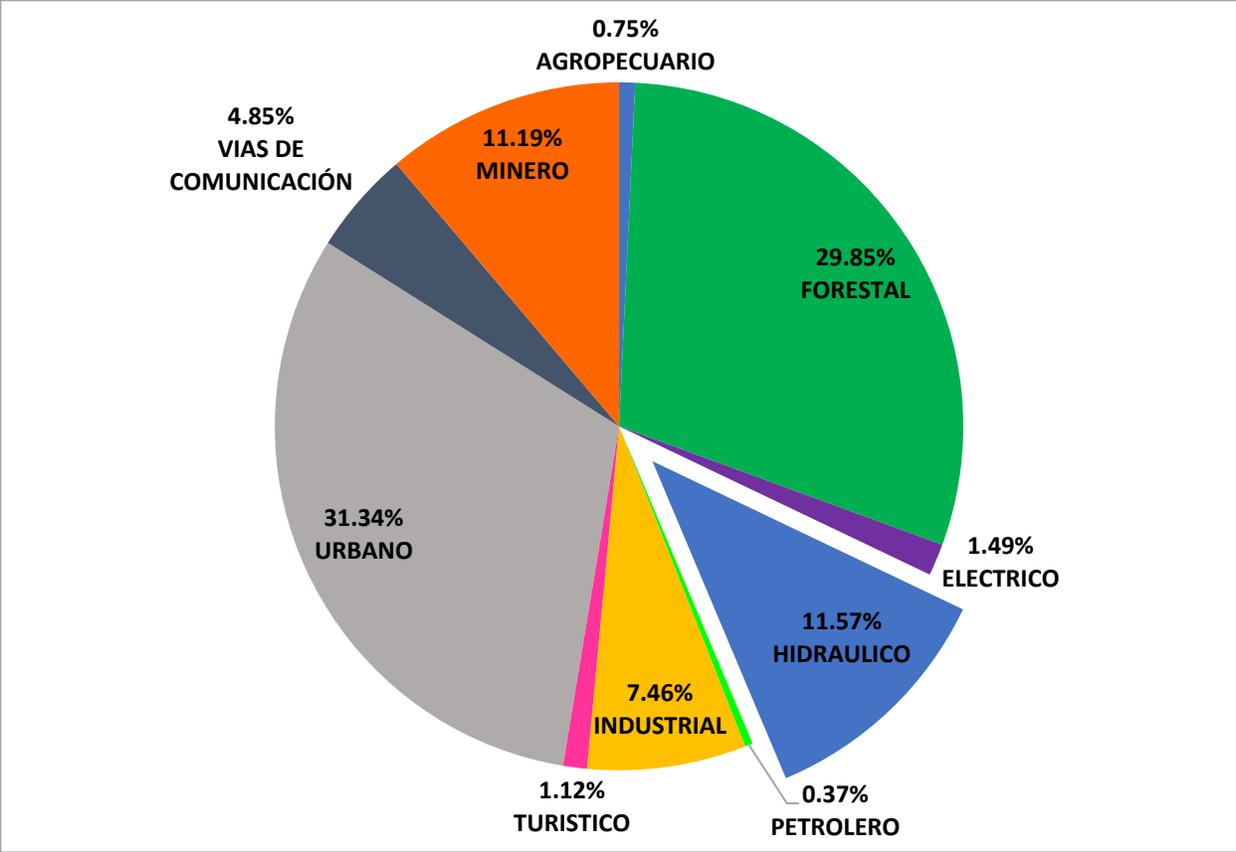


Figura 4. Tipos de Proyectos que ingresaron a SEMARNAT entre 2014 y 2019.
Fuente: Elaboración propia con el tipo de proyectos ingresados en la SEMARNAT.

5.1.2 Proyectos hidráulicos ingresados para evaluación ante SEMARNAT

Según lo consultado en la página: <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/consultatramite/inicio.php> se reportaron un total de 31 proyectos en el periodo comprendido en los años 2014-2019, en el **Cuadro 5** se presenta el listado con los datos básicos de cada proyecto.

Cuadro 5. Proyectos ingresados del sector hidráulico en el Estado de México, en el periodo de 2014-2019

Nombre	Naturaleza	Ubicación	Obras y actividades principales	Dimensiones	Inversión requerida
Presa Salitre Palmarillos, Municipio de Amatepec, Estado de México *	Presas y bordo	Municipio de Amatepec	Cortina de la presa, obra de excedencia, obra de desvío, obra de toma y bancos de material.	35 ha	\$52,000,000.00
Planta de Tratamiento de Agua	Planta de tratamiento de aguas residuales	Municipio de Cuautitlán Izcalli	Fosa de captación de aguas negras, cárcamo de bombeo, fosa de aeración y clarificación.	39.61 ha	\$1,755,000.00
Uso de Zona Federal (Barranca) dentro del Proyecto del Relleno Sanitario de Naucalpan de Juárez, Estado de México	Desarrollo urbano	Municipio de Naucalpan de Juárez	Construcción de celdas	17.45 ha	\$40,261,715.36
Mejoramiento de Barranca RH-4	Desarrollo urbano	Municipio de Huixquilucan	Entubamiento de la barranca denominada rh-14	0.396 ha	\$1,530,000.00
Encauzamiento del río San Javier para el conjunto urbano Reserva Escondida.	Desarrollo urbano	Municipio de Atizapán de Zaragoza	Revestimiento del río San Javier y puente vehicular	72.910 ha	\$9,263,884.32
Rectificación de Canales y Vertido de Aguas Pluviales del Conjunto Urbano las	Desarrollo urbano	Municipio de Toluca	Rectificación de canales	105.122 ha	\$683,000.00

Nombre	Naturaleza	Ubicación	Obras y actividades principales	Dimensiones	Inversión requerida
Bugambilias en sus Dos Etapas: En la Primera Etapa al Arroyo San Martín y en la Segunda Etapa a los Canales Sin Nombre, Correspondientes a Cada Predio del Desarrollo del Proyecto					
Mejoramiento de la Barranca RS-4A	Desarrollo urbano	Municipio de Huixquilucan	El proceso constructivo del entubamiento del cauce y mejoramiento de la barranca denominada rs-4a consiste	0.2412 ha	\$1,530,000.00
Ampliación del Sistema de Agua Potable en la Localidad de El Coporo	Infraestructura de agua potable y alcantarillado	Municipio de Zinacantepec	Colocación de 600 metros lineales de tubería de PVC	600 m	\$136,118.88
Ampliación del Sistema de Drenaje Sanitario en la Localidad del Coporo	Infraestructura de agua potable y alcantarillado	Municipio de Zinacantepec	Colocación de 175 metros lineales de tubería de concreto simple de 30 cm de diámetro.	175 m	\$105,226.44
Diseño, Construcción, Equipamiento y Operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Colorines	Planta de tratamiento de aguas residuales	Municipio de Valle de Bravo	Construcción, equipamiento y operación de una planta de tratamiento de aguas con una capacidad de caudal máximo de 37 l/s	0.08 ha	\$12,247,624.01
Ampliación del Sistema de Agua Potable en la Localidad de San Pedro Tlanixco, Municipio de Tenango del Valle	Infraestructura de agua potable y alcantarillado	Municipio de Tenango del Valle	Trazo y excavación de las cepas, fabricación de la plantilla de arena, colocación de la tubería, construcción de acostillamiento, prueba	34.35375 km	\$34,462,602.19

Nombre	Naturaleza	Ubicación	Obras y actividades principales	Dimensiones	Inversión requerida
			hidrostática, colocación de cruceros, conformación del suelo de relleno, construcción de cajas para operación de válvulas		
Rectificación del Arroyo Sin Nombre	Desarrollo urbano	Municipio de Soyaniquilpan de Juárez	Rectificación del arroyo sin nombre con recubrimiento de concreto	1.460 km	\$15,000,000.00
Manifestación de Impacto Ambiental para la ocupación de la Zona Federal, derivada de los excedentes de aguas residuales y pluviales al río La Pastora proveniente del Club Residencial Bosques, Huixquilucan, México	Descarga a corrientes o cuerpo de agua	Municipio de Huixquilucan	Lavadero y tubo de conexión	0.00461 ha	\$156,915.70
Operación y Abandono de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la Cabecera Municipal de Zacualpan, Estado de México	Planta de tratamiento de aguas residuales	Municipio de Zacualpan	Sistemas de tuberías y planta de tratamiento	0.401343 ha	\$2,500,000.00
Rectificación del Arroyo Sin Nombre	Desarrollo urbano	Municipio de Soyaniquilpan de Juárez	Rectificación del arroyo sin nombre con recubrimiento de concreto	1460 m	\$15,000,000.00
Descarga de Aguas Residuales y Ocupación de Terrenos Federales	Descarga a corrientes o cuerpo de agua	Municipio de Cuautitlán Izcalli	Excavación para establecimiento de una tubería de descarga de aguas residuales	12 m	\$50,000.00
Sexto Sección de Lomas Verdes "Residencial"	Infraestructura de agua	Municipio de Naucalpan de Juárez	Construcción de pozo de agua,	0.15605 ha	\$2,120,328.66

Nombre	Naturaleza	Ubicación	Obras y actividades principales	Dimensiones	Inversión requerida
Lomas Verdes" Pozo Profundo de agua potable número 3 y alcantarilla de agua pluvial.	Potable y alcantarillado		Operación de agua pluvial		
Construcción de la obra para Descarga de las aguas residuales tratadas provenientes de la planta de tratamiento del Conjunto Urbano "Las Misiones II" la cual se ubicará en la margen Norte de un afluente Río "Verdiguel", en la localidad de San Mateo Oztzacatipan, Municipio de Toluca, Estado de México	Descarga a corrientes o cuerpo de agua	Municipio de Toluca	Obra de descarga de las aguas residuales	0.001 ha	\$200,000.00
Descarga de Agua Residual en Zona Federal, SIGMAQ MÉXICO FLEXIBLES S.A.P.I. DE C.V.	Descarga a corrientes o cuerpo de agua	Municipio de Ocoyoacac	Descarga de agua residual	25 cm	\$60,000.00
Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, Granja Acuícola La Presita	Acuícola	Municipio de Temoaya	Construcción y equipamiento de una granja para la producción, procesamiento y comercialización de trucha arcoíris (onchrhynchus mykiss)	0.2874 ha	\$2,765,531.01
Construcción de Una Planta de Tratamiento de Agua Tecnológica en el Municipio de los Reyes Acaquilpan, Estado de México	Planta de tratamiento de aguas residuales	Municipio de La Paz	Construcción, operación y mantenimiento de una planta de tratamiento de agua tecnológica	0.37 ha	\$10,000,000.00
Proyecto para el Paso de Línea de Conducción	Infraestructura de agua potable y alcantarillado	Municipio de Atenco	Excavación de cepas, construcción de columnas,	12 m	\$86,187.00

Nombre	Naturaleza	Ubicación	Obras y actividades principales	Dimensiones	Inversión requerida
Hidráulica sobre Río Papalotla			Construcción de muros de cabeza, instalación de tubería y cuellos de gansos		
Obras Hidráulicas de Descarga de Aguas Pluviales al Río Hondo de Tepetzotlán	Descarga a corrientes o cuerpo de agua	Municipio de Cuautitlán Izcalli	Sistema de captación, pozo de distribución, red de conducción, lavadero	0.00475 ha	\$600,000.00
Descargas de aguas pluviales colectadas en el predio La Virgen para su vertimiento al cauce del Río Hondo de Tepetzotlán	Descarga a corrientes o cuerpo de agua	Municipio de Cuautitlán Izcalli	Línea de conducción, rodamiento del camino, lavaderos de descarga,	0.00344 ha	\$524,000.00
Muelle Rancho Izar	Muelles	Municipio de Valle de Bravo	Instalación de muelle provisional, excavación, drenado, instalación de muelle	0.381193 ha	PROTECCIÓN DE DATOS
Descarga de agua residual, con previo tratamiento, al Río Hondo Tepetzotlán	Descarga a corrientes o cuerpo de agua	Municipio de Tepetzotlán	Limpieza de trazo y nivelación, colocación de zapatas para soporte de tubería, excavación (profundidad máxima 0.90 m), cajón para tubería, colocación de tubería, rellenos de excavación, revegetación de talud, instalación de flujómetro de descarga	33 m	\$600,000.00
Descarga de Agua Pluvial	Descarga a corrientes o cuerpo de agua	Municipio de Ocoyoacac	Descarga de agua pluvial	504 m	\$60,000.00

Nombre	Naturaleza	Ubicación	Obras y actividades principales	Dimensiones	Inversión requerida
Rectificación y Encauzamiento de una Fracción del Arroyo Lanzarote	Desarrollo urbano	Municipio de Tepetzotlán	Construcción del encauzamiento del río	0.9979 ha	\$23,062,416.22
Construcción de Cajas de Captación, Línea de Conducción de Agua Pluvial, Cajas Derivadoras y Construcción de Cárcamo de Rebombéo al Cauce del Río Lerma	Infraestructura de agua potable y alcantarillado	Municipio de San Mateo Atenco	Construcción de cajas de captación, línea de conducción de agua pluvial, cajas derivadoras y construcción de cárcamo de rebombéo al cauce del río Lerma	729 m	\$26,000,000.00
Entubamiento del canal sin nombre proveniente de aguas pluviales arriba dentro del predio de NUTRIGO S.A. DE C.V.	Infraestructura de agua potable y alcantarillado	Municipio de Ixtlahuaca	Construcción, operación y mantenimiento del canal sin nombre	0.323774 ha	\$3,544,705.56
Operación y Mantenimiento del canal sin nombre proveniente de aguas pluviales que cruzan el predio de NUTRIGO, S.A. DE C.V.	Infraestructura de agua potable y alcantarillado	Municipio de Ixtlahuaca	Construcción, operación y mantenimiento del canal sin nombre	0.323774 ha	\$3,544,706.56

* Proyecto en modalidad regional

Fuente: Elaboración propia con el tipo de proyectos ingresados en la SEMARNAT.

5.1.3 Modalidad de los proyectos del sector hidráulico ingresados para evaluación

De los 31 Proyectos del sector hidráulico, ninguno de ellos se presenta como informe preventivo, 30 corresponden a manifestaciones de modalidad particular y solo 1 a modalidad regional. En el **Cuadro 6**, se muestra el ingreso de estos proyectos a lo largo de los 5 años considerados en el estudio, donde la única MIA de modalidad regional fue presentada en el año 2014, siendo este el año que de igual manera se presentaron un mayor número de proyectos.

Cuadro 6. Manifestaciones de Impacto Ambiental del periodo ingresadas ante SEMARNAT en el periodo 2014-2019, en el Estado de México

MODALIDAD	2014	2015	2016	2017	2018	2019
PARTICULAR	8	2	4	5	7	4
REGIONAL	1	0	0	0	0	0
TOTAL	9	2	4	5	7	4

Fuente: Elaboración propia con información de proyectos ingresados en la SEMARNAT.

5.1.4 Naturaleza de los proyectos del sector hidráulico ingresado ante SEMARNAT

Una vez agrupados los proyectos de acuerdo al tipo de desarrollo o subsector al que pertenecen se obtuvo lo siguiente; acuícola comprende como su nombre lo indica proyectos de producción de especies acuáticas, dentro del desarrollo urbano se tienen proyectos que su realización tiene como objetivo la adecuación de espacios con la finalidad de poder ser habitados o utilizados con final de conectividad entre los espacios habitados, en la descarga a corrientes o cuerpos de agua se refiere a aguas pluviales captadas por diversas estructuras y también a aguas resultados de las plantas tratamiento de aguas residuales. Por su parte en el caso de Infraestructura de Agua Potable y Alcantarillado, estos contemplan proyectos de ampliación o establecimiento de estos servicios. Los restantes 3 grupos son: Muelles, Planta de Tratamientos de Aguas y Presas y Bordos (Figura 5).

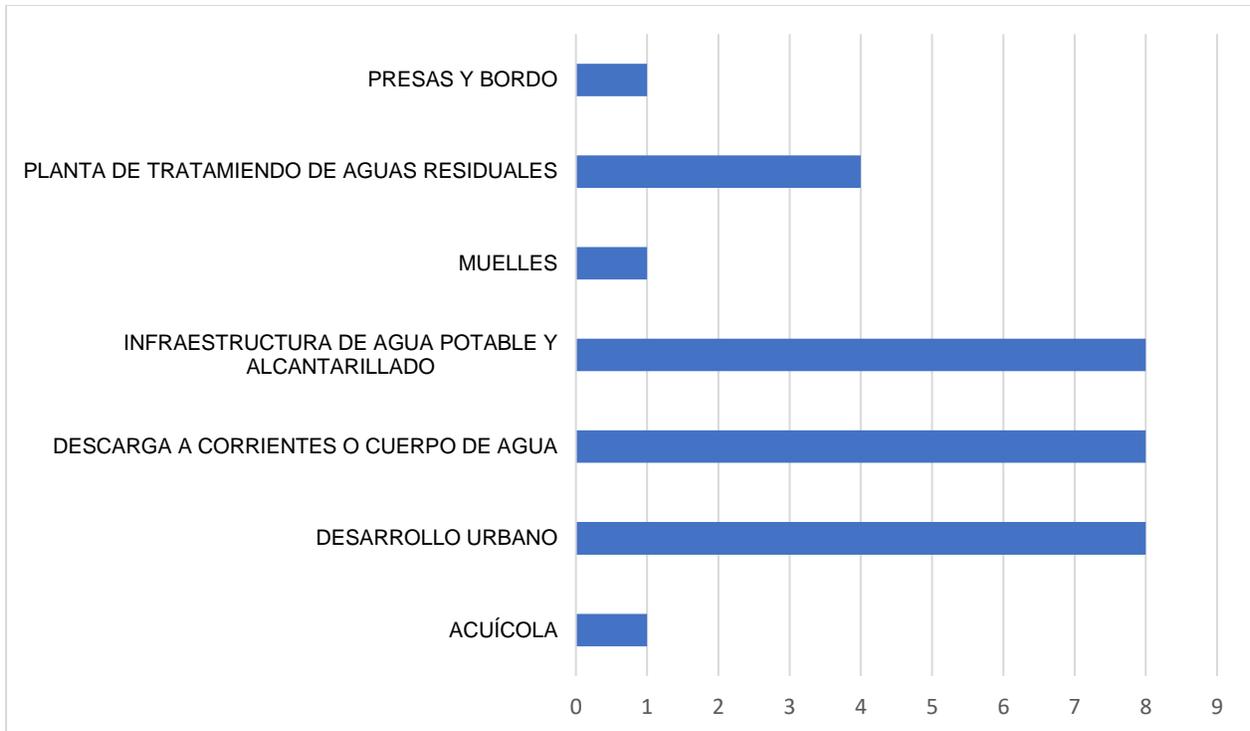


Figura 5. Tipos de proyectos hidráulicos durante el periodo 2009-2014.
Fuente: Elaboración propia con el tipo de proyectos ingresados en la SEMARNAT.

5.1.5 Localización de los proyectos ingresados ante SEMARNAT

En el Estado de México existen con dos grandes zonas metropolitanas, las cuales concentran el mayor de las actividades del económicas, esto a su vez desencadena la ejecución de diversos proyectos del sector hidráulico en zonas muy específicas, a continuación, se presentan los municipios en los que se encuentran los proyectos que son el objeto de estudio de la presente tesis (Figura 6).

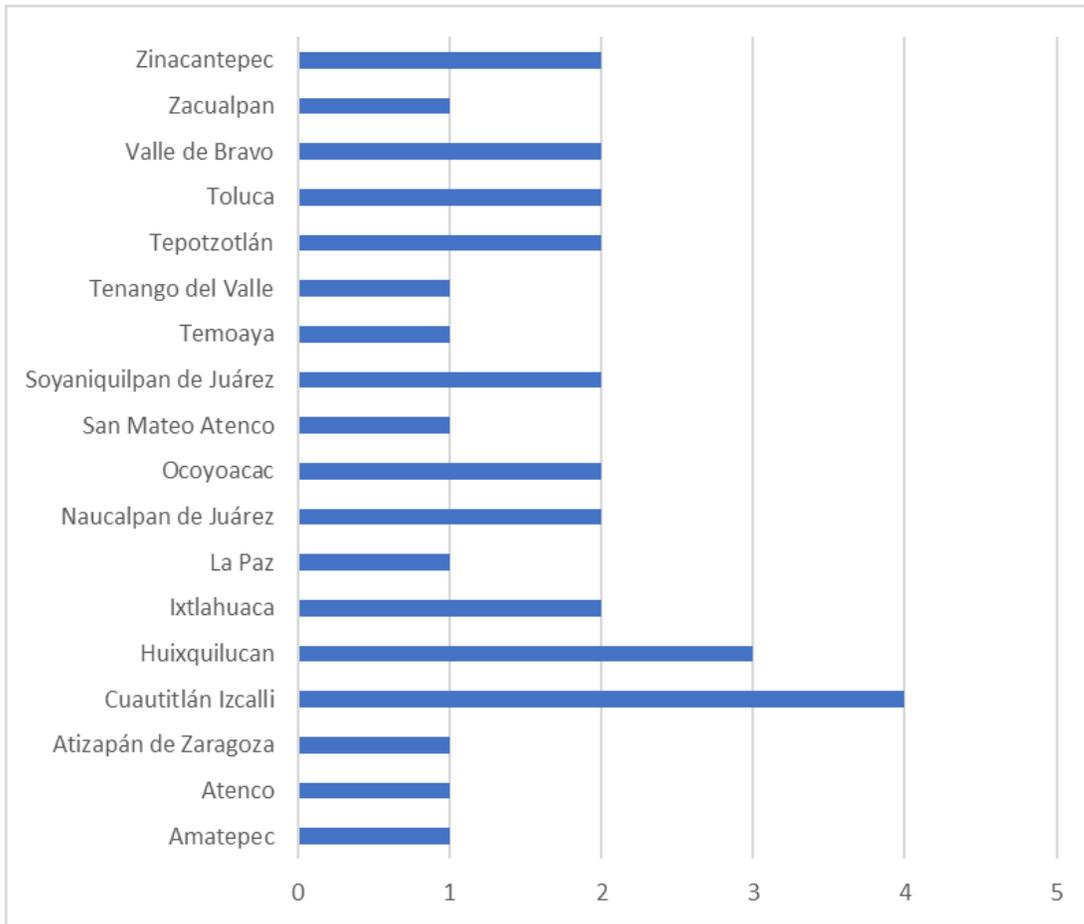


Figura 6. Municipios en los que se ubican los proyectos ingresados ante SEMARNAT en el periodo 2009-2014.

Fuente: Elaboración propia con la ubicación geográfica de los proyectos ingresados ante SEMARNAT, datos vectoriales de los límites municipales, INEGI (2021).

En el Cuadro 5, se puede apreciar que la gran mayoría de los proyectos se ubican en el área metropolitana de la Ciudad de México, lo que va en relación a la información presentada en el apartado naturaleza del proyecto.

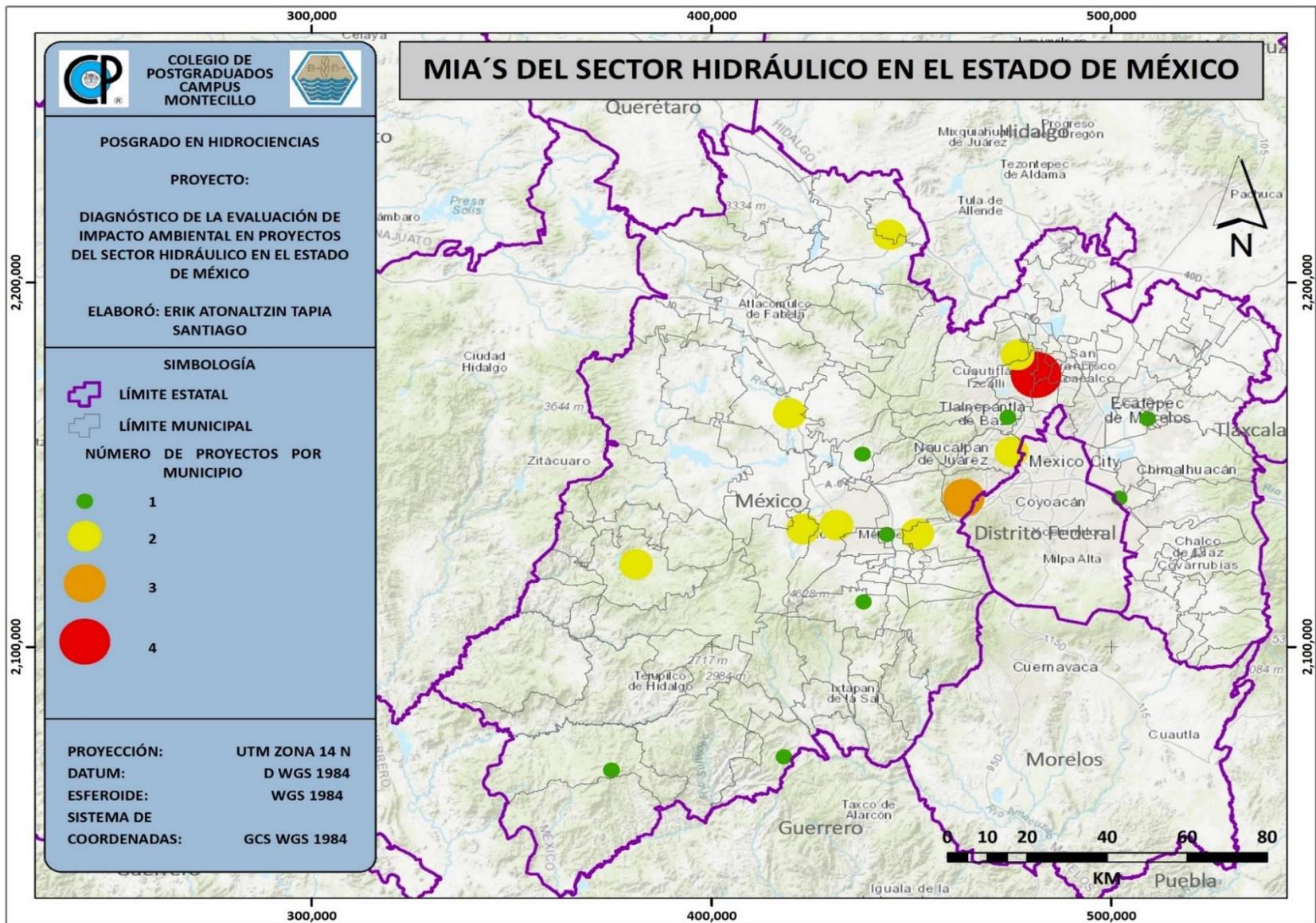


Figura 7. Ubicación de las MIA's ingresadas a SEMARNAT del Sector Hidráulico ingresadas en el Estado de México en el periodo 2014-2019
 Fuente: Elaboración propia con la ubicación geográfica de los proyectos ingresados ante SEMARNAT, datos vectoriales de los límites municipales, INEGI (2021).

5.2 Evaluación general de proyectos aprobados por SEMARNAT

. Se analizaron de manera conjunta 31 proyectos de ambas modalidades, a pesar de que son de diferentes magnitudes, no se trató de compararlos entre ellos, además de que en la modalidad regional solo se registró un solo proyecto, por lo que para cada modalidad se siguieron los requerimientos que se presentan en las guías sectoriales de la SEMARNAT.

Posteriormente se consultó el resolutivo de cada uno de los proyectos descritos anteriormente para ver el estatus en el que se encontraban. Se observó que 23 proyectos se encontraron autorizados, tres fueron desestimados por solicitud del promovente, tres fueron desestimados por la SEMARNAT por falta de seguimiento en el procedimiento administrativo, uno fue negado por falta de información y finalmente uno no requería someterse a la presentación de una manifestación de impacto ambiental. De los 23 proyectos que fueron aprobados, todos son en su modalidad particular, por lo tanto, estos son el objeto de estudio en el presente documento. E el **Cuadro 7** se presenta una lista depurada de estos proyectos, en la **Figura 8**, se puede apreciar la distribución de cada tipo de proyecto hidráulico aprobado.

Cuadro 7.- Proyectos del Sector Hidráulico aprobados por la SEMARNAT en el periodo 2014-2019 en el Estado de México

Clave de identificación ante SEMARNAT	Nombre del proyecto	Modalidad	Tipo del proyecto (naturaleza del proyecto)
15EM2014HD014	Planta De Tratamiento De Agua	Particular	planta de tratamiento de aguas residuales
15EM2014HD028	Uso De Zona Federal (Barranca) Dentro Del Proyecto Del Relleno Sanitario De Naucalpan De Juárez, Estado De México	Particular	desarrollo urbano
15EM2014HD039	Mejoramiento De Barranca Rh-4	Particular	desarrollo urbano
15EM2014HD049	Encauzamiento Del Río San Javier Para El Conjunto Urbano Reserva Escondida.	Particular	desarrollo urbano
15EM2014HD043	Mejoramiento De La Barranca Rs-4a	Particular	desarrollo urbano
15EM2015HD030	Ampliación Del Sistema De Agua Potable En La Localidad De San Pedro Tlanixco, Municipio De Tenango Del Valle	Particular	infraestructura de agua potable y alcantarillado

Clave de identificación ante SEMARNAT	Nombre del proyecto	Modalidad	Tipo del proyecto (naturaleza del proyecto)
15EM2016HD078	Manifestación De Impacto Ambiental Para La Ocupación De La Zona Federal, Derivada De Los Excedentes De Aguas Residuales Y Pluviales Al Río La Pastora Proveniente Del Club Residencial Bosques, Huixquilucan, México	Particular	Descarga a corrientes o cuerpo de agua
15EM2016HD122	Operación Y Abandono De Una Planta De Tratamiento De Aguas Residuales En La Cabecera Municipal De Zacualpan, Estado De México	Particular	Planta de tratamiento de aguas residuales
15EM2016HD137	Rectificación Del Arroyo Sin Nombre	Particular	Desarrollo urbano
15EM2017HD008	Descarga De Aguas Residuales Y Ocupación De Terrenos Federales	Particular	Descarga a corrientes o cuerpo de agua
15EM2017HD024	Sexto Sección De Lomas Verdes "Residencial Lomas Verdes" Pozo Profundo De Agua Potable Número 3 Y Alcantarilla De Agua Pluvial.	Particular	infraestructura de agua potable y alcantarillado
15EM2017HD108	Construcción De La Obra Para Descarga De Las Aguas Residuales Tratadas Provenientes De La Planta De Tratamiento Del Conjunto Urbano "Las Misiones II" La Cual Se Ubicará En La Margen Norte De Un Afluente Río "Verdiguel", En La Localidad De San Mateo Oztzacatipan, Municipio De Toluca, Estado De México	Particular	Descarga a corrientes o cuerpo de agua
15EM2017HD149	Descarga De Agua Residual En Zona Federal, SIGMAQ México Flexibles S.A.P.I. De C.V.	Particular	Descarga a corrientes o cuerpo de agua
15EM2017HD188	Manifestación De Impacto Ambiental Modalidad Particular, Granja Acuícola La Presita	Particular	Acuícola
15EM2018HD051	Proyecto Para El Paso De Línea De Conducción Hidráulica Sobre Río Papalotla	Particular	Infraestructura de agua potable y alcantarillado
15EM2018HD232	Obras Hidráulicas De Descarga De Aguas Pluviales Al Río Hondo De Tepetzotlán	Particular	Descarga a corrientes o cuerpo de agua
15EM2018HD233	Descargas De Aguas Pluviales Colectadas En El Predio La Virgen Para Su Vertimiento Al Cauce Del Río Hondo De Tepetzotlán	Particular	Descarga a corrientes o cuerpo de agua
15EM2018HD235	Muelle Rancho Izar	Particular	Muelle
15EM2018HD281	Descarga De Agua Residual, Con Previo Tratamiento, Al Río Hondo Tepetzotlán	Particular	Descarga a corrientes o cuerpo de agua
15EM2018UD016	Descarga De Agua Pluvial	Particular	Descarga a corrientes o cuerpo de agua

Clave de identificación ante SEMARNAT	Nombre del proyecto	Modalidad	Tipo del proyecto (naturaleza del proyecto)
15EM2019HD024	Rectificación Y Encauzamiento De Una Fracción Del Arroyo Lanzarote	Particular	Desarrollo urbano
15EM2019HD078	Construcción De Cajas De Captación, Línea De Conducción De Agua Pluvial, Cajas Derivadoras Y Construcción De Cárcamo De Rebombeo Al Cauce Del Río Lerma	Particular	Infraestructura de agua potable y alcantarillado
15EM2019HD256	Operación Y Mantenimiento Del Canal Sin Nombre Proveniente De Aguas Pluviales Que Cruzan El Predio De NUTRIGO, S.A. De C.V.	Particular	Infraestructura de agua potable y alcantarillado

Fuente: Elaboración propia con el tipo de proyectos ingresados en la SEMARNAT.

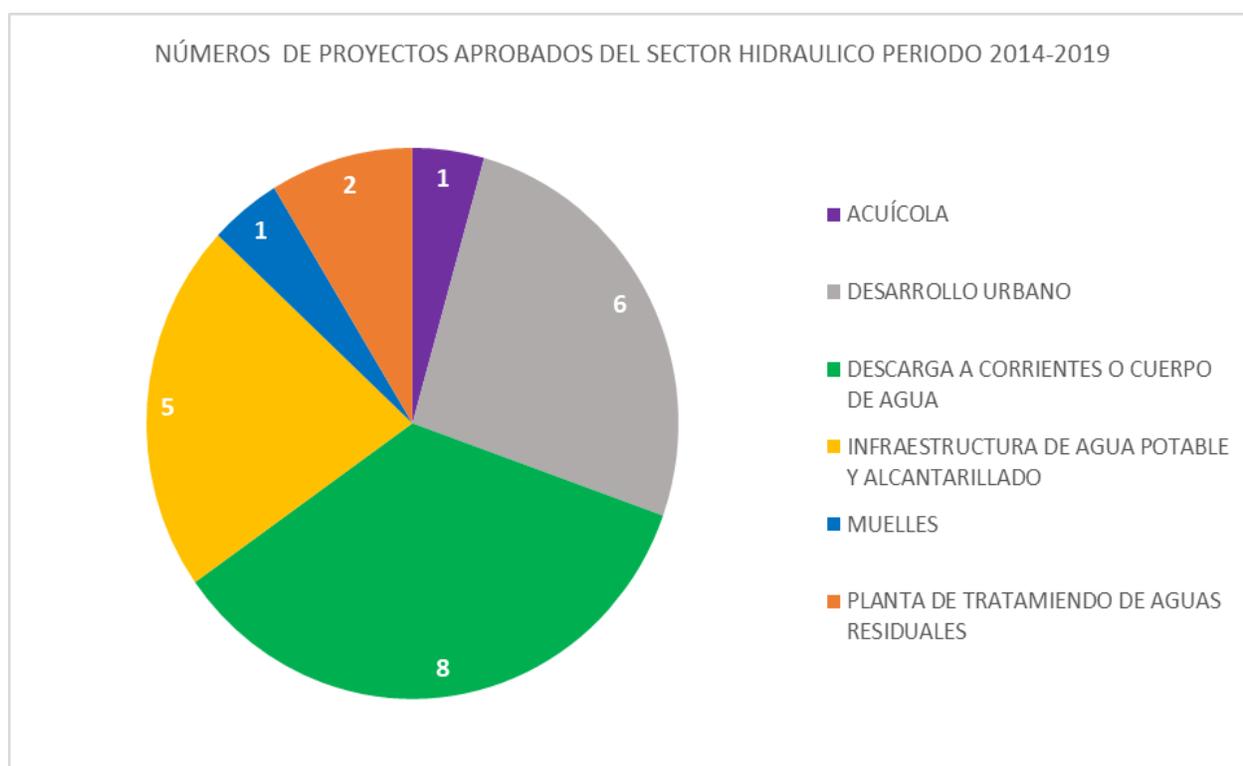


Figura 8. Proyectos aprobados del sector Hidráulico en el periodo 2014-2019 en el Estado de México.

Fuente: Elaboración propia con el tipo de proyectos ingresados en la SEMARNAT.

Como se aprecia en la Figura 8 los proyectos aprobados que más se encuentran presentes son los relacionados a la descarga a corrientes o cuerpos de agua de agua tratada y/o agua por captura de lluvia, seguido por proyectos de desarrollo urbano que afectan a corrientes de agua principalmente. En contrapunto solo hay un proyecto

acuícola y uno más relacionado a la construcción de un muelle. Se tiene dos proyectos del tipo tratamiento de aguas residuales y finalmente cinco en infraestructura de agua potable o alcantarillado.

5.2.1 Uso de mapas

Todos los proyectos presentaron su ubicación en mapas, con coordenadas UTM, acompañados con diagramas que facilitan su ubicación. En el presente apartado también se hará referencia a diversos mapas temáticos que fueron presentados y que ubican al proyecto dentro de la descripción del medio abiótico, dichos mapas carecen de una fuente que respalde su consulta, además de que son deficientes en calidad y precisión en cuestión de escala, en algunos casos donde los proyectos comparten responsable técnico se nota la poca personalización hacia el proyecto que corresponde. También puede observarse que el número de mapas presentados es diverso, ya que en muchos casos no presentan una descripción a profundidad de los elementos que menciona la guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental.

5.2.2 Descripción de obras y actividades

En este punto se evaluó el apartado que describe las obras y actividades a realizar en cada uno de los proyectos, se analizó con una especial atención que fuera realizado conforme lo estipulan las guías para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental del Sector Hidráulico en sus dos modalidades. El resultado de este análisis se presenta en la Figura 9, indicando el número de proyectos que presentaron diferentes grados de cumplimiento.

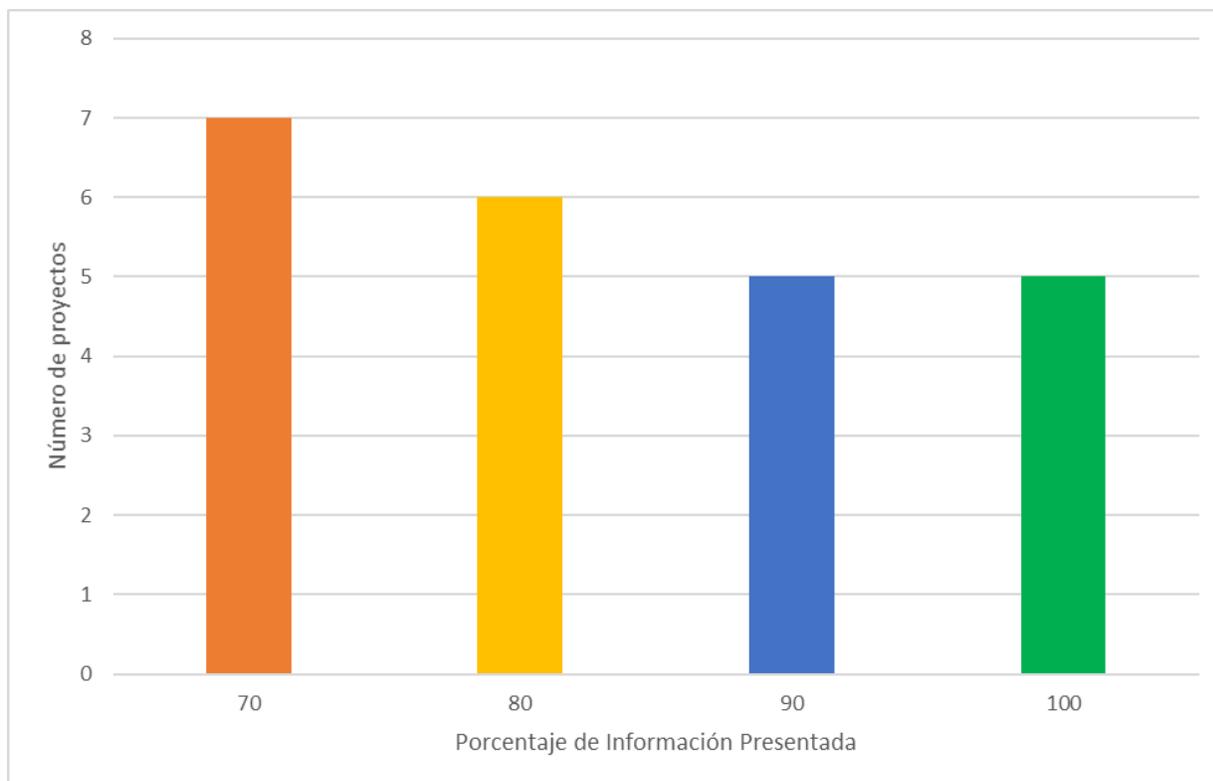


Figura 9. Porcentaje de información que se presentó en los 31 proyectos del sector hidráulico en el apartado de descripción de obras y actividades.

Fuente: Elaboración propia con el tipo de proyectos ingresados en la SEMARNAT.

Siete proyectos carecen de descripción de sus actividades, esto debido a que en los estudios analizados presentaban solo una lista de obras y no el orden a realizarse ni el periodo que duraría cada uno. Por lo que se le consideraron con 70% de la información requerida. Es importante mencionar que la mayoría de los proyectos presenta una buena descripción ya que se clasificaron en la categoría por encima del 80%.

De igual manera se observó que ningún proyecto presenta sitios alternativos para la realización del proyecto, esto se debe en su mayoría a la naturaleza de los proyectos. Ya que muchos se desarrollan a manera de complemento en desarrollos urbanos ya establecidos.

Además, se pudo observar que el 78.26% de los proyectos indica el periodo de duración del proyecto o vida útil, de manera concreta. Mientras que un 21.74% solo presenta el

tiempo de duración de solo una parte del proyecto, en este caso la construcción y omite la operación y el mantenimiento.

Finalmente se observó que un 74% de los proyectos no indica si en un futuro podría solicitar la ampliación en tiempo para poder seguir ejecutando el proyecto en su etapa de operación y mantenimiento, el restante 26% si contempla la posibilidad de extender el tiempo.

5.2.3 Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicable en materia ambiental y desarrollo urbano

Siguiendo un criterio igual al anterior, se valoraron los proyectos aprobados de acuerdo con la cantidad de instrumentos que se encuentran plasmados en sus respectivas MIA's y los ordenamientos que, con las coordenadas reportadas, arrojan el Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico (SIORE), Sistema de información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) y sus respectivos planes y programas de desarrollo Urbano. Todo este análisis arrojó un porcentaje de cumplimiento el cual se puede observar en la siguiente Figura 10.

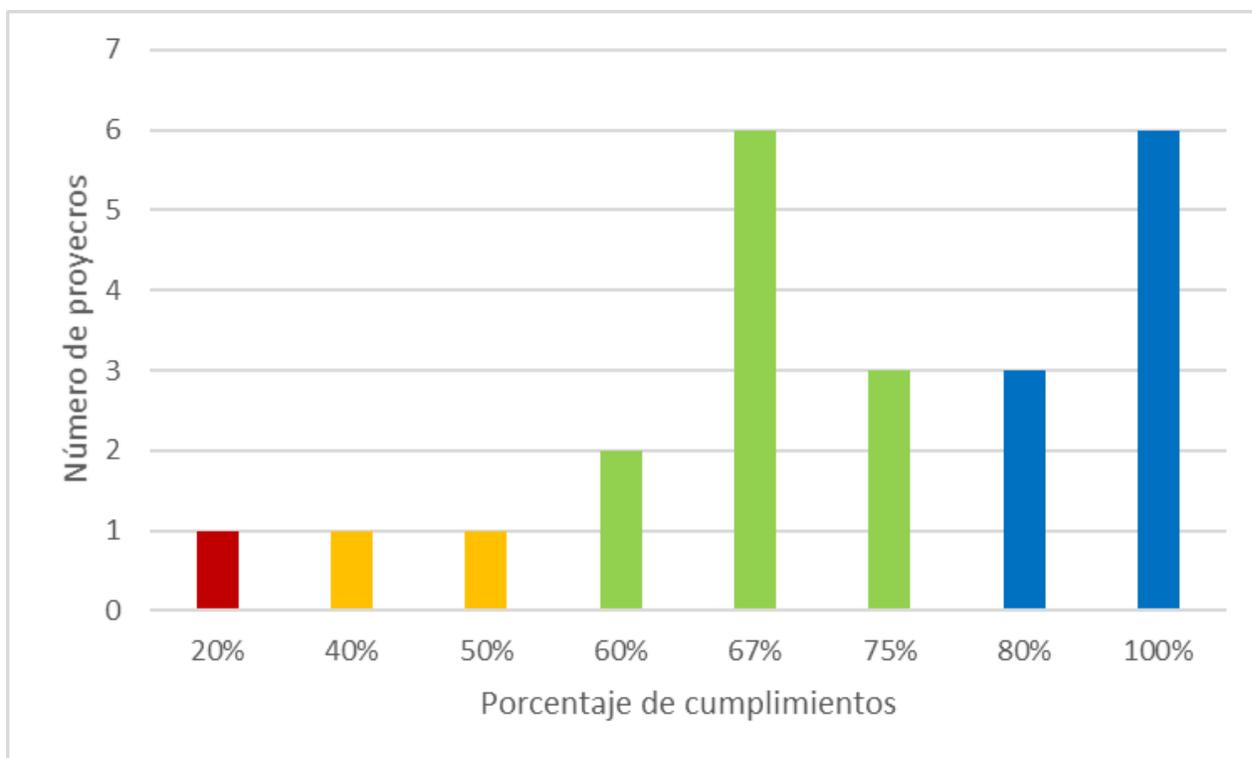


Figura 10. Porcentaje de cumplimiento en la vinculación con los instrumentos de ordenamiento ecológico y desarrollo urbano.

Fuente: Elaboración propia con el tipo de proyectos ingresados en la SEMARNAT.

Es muy importante señalar que los proyectos ya se encuentran aprobados y un requisito para dicha aprobación es la vinculación con cualquier programa y/o plan dentro de los que se encuentre el proyecto. Un factor importante del cual hace que el porcentaje se vea disminuido es que no se presenta en algunos proyectos, el Programa de ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), y que este siempre se tiene que considerar en cualquier parte del territorio Mexicano.

5.2.4 Sistema ambiental

Para este apartado en general se presentaron muchas deficiencias, principalmente en proyectos de menor magnitud, se procedió de una manera similar a la descripción de obras y actividades, se tomaron en cuenta todos los apartados de la guía con respecto al sistema ambiental. La Figura 11 muestra los resultados obtenidos en esta evaluación por 23 proyectos hidráulicos estudiados, para esta clasificación se decidió separar por

tres aspectos principales que se incluyen en la guía los cuales fueron: Abiótico, Biótico y Socioeconómico, con lo que se logró la siguiente información.

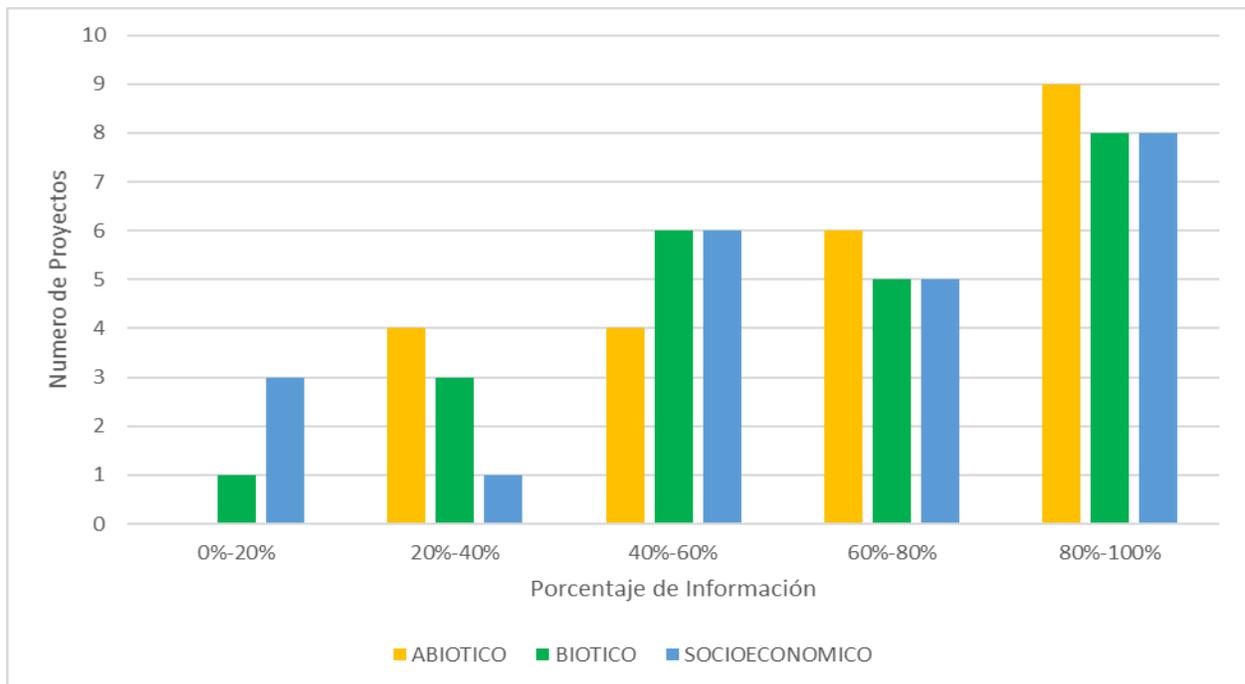


Figura 11. Porcentaje de información presentada en 23 manifestaciones de impacto ambiental en los diferentes apartados dentro del punto de Sistema Ambiental. Fuente: Elaboración propia con el tipo de proyectos ingresados en la SEMARNAT.

Como se mencionó en el párrafo anterior la información analizada fue dividida en tres apartados esto para un mejor análisis, por lo que una vez analizando la figura anterior en el factor abiótico hay un mayor número de proyectos que cumplen satisfactoriamente la información solicitada, esto tomando en cuenta los rangos de 60%-80% y 80%-100%, siendo un total de 15 proyectos. Los otros dos factores que son biótico y socioeconómico tienen un comportamiento similar al antes descrito, siendo un total de 13 proyectos, los que presentan satisfactoriamente información solicitada.

Es importante mencionar que la información presentada en el factor socioeconómico muchas veces se encontraba desactualizada y eso restaba porcentaje de cumplimiento.

5.2.4.1 Metodologías de campo

De los 23 proyectos que comprenden el presente estudio para el caso de flora, el 17% de ellos nos especifica haber realizado ningún tipo de muestro en campo, el 48% reporta haber realizado recorridos visuales sin ningún tipo de metodología de muestro, sin embargo, un 35% explica a detalle la metodología de campo que se siguió para la obtención de datos. En cuestión de Fauna los valores cambian, siendo que un 35% no menciona el uso de algún tipo de levantamiento de datos, de igual manera un 35% solo realizaron recorridos visuales sin el respaldo de alguna metodología, y solo un 30% explica y realizó de manera detallada un muestreo de fauna. Cabe resaltar que los proyectos presentan deficiencias en ambos apartados, es decir si no presentaban muestreo de flora era imposible que presentaran un muestro de fauna, algo a resaltar es que los proyectos que se presentan en lugares de interés de grupos ecológicos se logró una mejor calidad en los muestreos.

5.2.4.2 Listado de especie

Como se menciona en el punto anterior, un gran número de proyectos no realizaron estudios de campo o no siguieron una metodología bien descrita para determinar especies de flora y fauna, es por ello que algunos proyectos con la finalidad de cumplir con este punto que indica la Guía Para La Presentación De La Manifestación De Impacto Ambiental Del Sector Hidráulico, En Sus Modalidades: Particular Y Regional, presentaron un listado de especies que sólo se reportan que pueden ser factible encontrarlas o que hay posibilidad de observarlos en el área del proyecto, pero en general se encontró una gran deficiencia en la mayoría de los trabajos, analizando la información se identificaron los siguientes casos; dos proyectos no presentaron ningún tipo de listado de especies, un proyecto presento un listado de especies de una región cercana pero sin relación alguna (en cuestión de clima y vegetación), nueve proyectos más presentaron una lista de especies que se clasifico como deficiente, ya que o no se indicaba tu estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, no los clasificaban por grupo faunístico o no se indicaba su nombre científico. En caso contrario un proyecto describió el Sistema Ambiental con

buenas fuentes bibliográficas adicional a su muestro de flora y fauna, otros proyectos a resaltar decidieron acudir con expertos para la identificación de sus especies encontradas.

5.2.5 Metodología para la identificación de impactos

El método más comúnmente empleado por los proyectos considerados en los estudios es el matricial, principalmente la matriz de Leopold, en este caso los proyectos que ocuparon esta metodología representan un 83% de los casos, sin embargo, un 30% de este porcentaje, son de proyectos que ocuparon una metodología adicional para complementar la valoración de los impactos ambientales identificados. Como se puede observar en la Figura 12, solo 4 proyectos de los 23 presentaron una sola metodología, además estos mismos 4 presentaron una metodología diferente a Leopold, algo a resaltar es que estos proyectos fueron deficientes en la descripción de sus impactos.

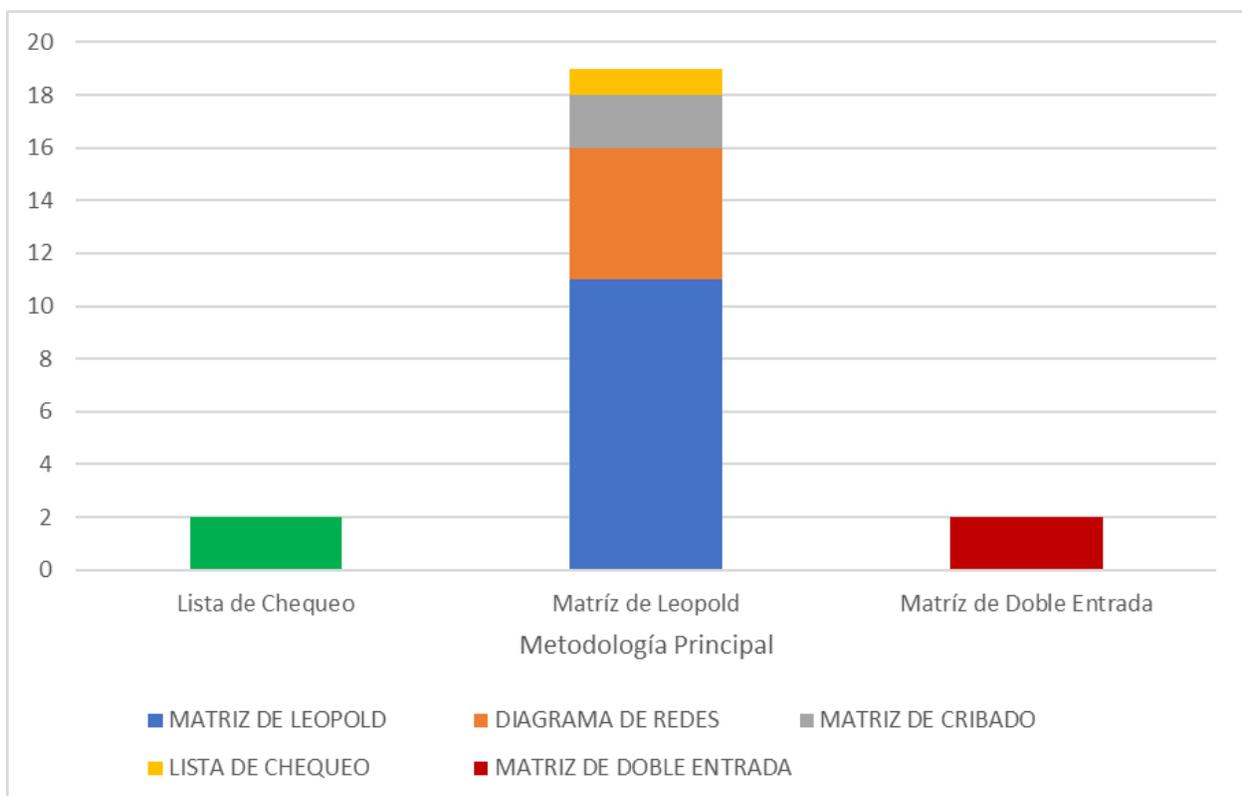


Figura 12 Metodologías empleadas en la valoración de impactos ambientales
Fuente: Elaboración propia con el tipo de proyectos ingresados en la SEMARNAT.

5.2.6 Programas de monitoreo y vigilancia ambiental

En este apartado cabe resaltar que todos los proyectos analizados presentaron alguno tipo de programa o plan de vigilancia ambiental, en sus diferentes niveles de detalle. Cuatro de los 23 proyectos presentaron y se comprometieron a realizar visitas periódicas de verificación o bien asignar a una persona a vigilar el cumplimiento de las medidas de mitigación expuestas en la MIA. Siete de los casos el plan de vigilancia ambiental consistió en la elaboración de un manual de procedimiento o reglamento donde se especifican las acciones encaminadas a mitigar los impactos negativos, así como son: separación de residuos sólidos, limitar la emisión de ruidos y partículas a la atmosfera, entro otros programas de protección civil. Finalmente 12 proyectos mencionan un plan de monitoreo donde se indican a un mayor detalle las técnicas y procedimiento por seguir para la medición de los impactos, tales como muestreos en diferentes espacios de tiempo para dar seguimiento a especies de flora y fauna, estimar la calidad del aire, etc. Cabe resaltar en este punto dos MIA's que realizaron una descripción muy detallada de este apartado ya que tenían fechas concretar para la realización de estos planes.

5.2.7 Fuentes de información

Como primer acercamiento a este apartado tenemos que el 22% de los trabajos no presenta ninguna fuente de información como referencia sin embargo en el documento se mencionan documentos en forma de cita bibliográfica, esto indica que se pudo haberse basado la elaboración del documento en un estudio anterior y forman parte de un llamado "Machote", este es un punto muy importante a resaltar ya que está estrechamente relacionado con el apartado del listado de flora y fauna, porque 4 de los 5 proyectos que representan este 22% presentaron una lista deficiente.

Otro 22% de los trabajos hace un mediano esfuerzo por citar y referenciar dentro de los diferentes capítulos y apartados que comprenden los estudios sus fuentes bibliográficas que fueron empleadas para el desarrollo de los mismos. Hay una cantidad considerable de casos donde solo se mencionan fuentes de información para el medio físico y

socioeconómico, y para el apartado de flora y fauna dos presentan una deficiencia y dos más presentaron una lista que cumple con su cometido dispuesto en la **Guía Para La Presentación De La Manifestación De Impacto Ambiental Del Sector Hidráulico, En Sus Modalidades: Particular Y Regional** sin embargo considerando este punto se pone en tela de juicio la veracidad de la información, esto debido a que revisando a fondo la bibliografía que se citó no hace ninguna referencia a componentes bióticos.

Finalmente, como un 56% de proyectos con una gran cantidad de fuentes bibliográficas y hace un mayor esfuerzo por justificar los textos citados en el desarrollo de los capítulos, sin embargo, esto no los exenta de presentar grandes errores, por ejemplo, hay estudios que hacen un gran despliegue de fuentes de información, pero pasaron por alto hacer un buen listado de flora y fauna. Aún con estos pequeños detalles dos MIA's presentaron un excelente listado flora y fauna que es congruente con sus fuentes bibliográficas.

Otro problema que se presentó en casi todos los proyectos fue el nulo respaldo de información de los parámetros físicos y toma de muestras en campo. Cabe resaltar que este apartado fue difícil determinar el grado de cumplimiento ya que depende de un criterio muy subjetivo. Sin embargo, se logró elaborar la Figura 13, para poder lograr una mejor apreciación del presente análisis.

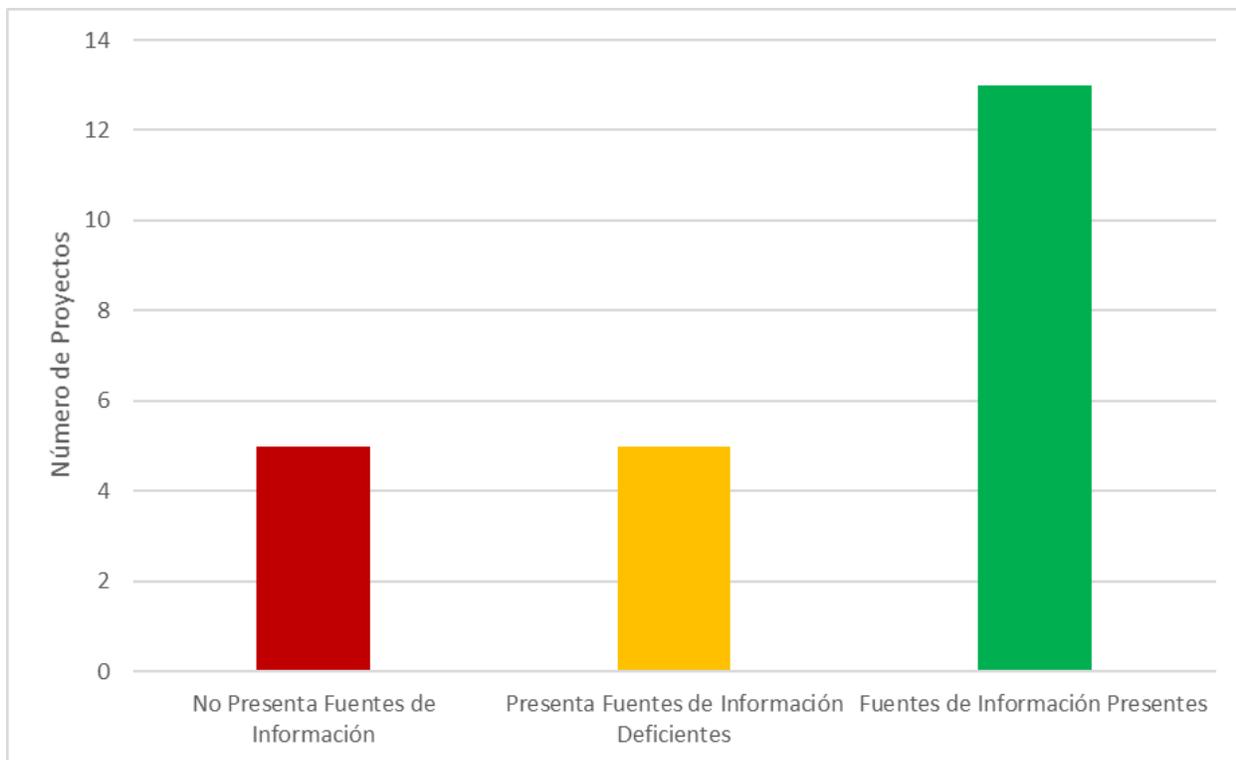


Figura 13. Correspondencia de fuentes de información en las MIA´s aprobadas en el Estado de México en un periodo del 2014-2019.

Fuente: Elaboración propia con el tipo de proyectos ingresados en la SEMARNAT.

5.3 Análisis de los impactos ambientales

En esta sección se muestra la conjunción de información de los impactos ambientales en forma de cuadros, pero solo aquellos que se mostraron como significantes, así como las medidas de mitigación que resultaron de analizar las 23 MIA´s que conforman el presente trabajo. Es importante resaltar que para cada naturaleza de proyecto se conformó un grupo de análisis así mismo se presenta en el mismo cuadro los impacto ambientales y medidas de mitigación, esto debido a que una gran cantidad se repiten entre los proyectos, y solo se hace especial énfasis en casos especiales, ya sea por el ingreso de impactos no considerados en otras MIA´s o que su la valoración del impacto sea muy diferente a la realizada en el resto de MIA´s. Los cuadros que se presentan están divididas en las diferentes etapas que conformas los proyectos para una mejor comprensión de la información.

Debido a que las diferentes MIA's presentan diferentes formas de valoración de impactos se realizó un formato que unificara con el fin de realizar un mejor análisis.

5.3.1 Impactos ambientales generados por proyectos acuícolas

En el Cuadro 8 se muestran los impactos identificados por el único proyecto Acuícola, ya que es un proyecto muy en concreto no se anexo a ninguna de las otras categorías descritas en el apartado **5.2**.

En el Cuadro 8 se aprecia el total de impactos adversos (12) es menor a los impactos benéficos (18), esto se debe principalmente a la magnitud del proyecto desarrollado, además de la ubicación en la que se encuentra ya que no recae en un área de importancia ecológica. Además, se puede apreciar que presentan medidas de mitigación para los impactos que adicional de ser más significantes se relacionan estrechamente con el factor agua. Los impactos benéficos son en gran cantidad ya que llevaría a un desarrollo económico de la localidad donde se tiene establecido el proyecto.

5.3.2 Impactos ambientales generados por proyectos de desarrollo urbano

Se analizaron 6 proyectos del tipo desarrollo urbano, de los cuales 2 que son muy parecidos entre sí, ya que además de estar elaborados por el mismo responsable se ubican en el mismo municipio. En el Cuadro 9, se puede apreciar los impactos más representativos de este tipo de proyecto.

De igual forma, se observa una gran cantidad de impactos benéficos esto debido a que se encuentran en lugares de alto crecimiento demográfico, ya que se localizan principalmente en los municipios del área metropolitana de la Ciudad de México, por lo que la ejecución de dichos proyectos genera un mayor beneficio en cuestión de servicios a la población de la zona donde se ejecutaría, aunado a esto presenta una buena descripción de las medidas de mitigación por cada impacto negativo causado. Cabe

resaltar que en este apartado se encontró la segunda mejor MIA elaborada, ya que contenía una muy buena descripción de sus impactos adicionalmente que los presentaban de una manera compacta y muy entendible hacia el lector.

5.3.3 Impactos ambientales generados por la descarga a corrientes o cuerpos de agua

En este apartado se tiene mayor número de proyectos ingresados (8) en solicitud de autorización en materia de impacto ambiental en el Estado de México, un punto importante a resaltar es que debido a la pequeña magnitud no reportaban un área si no una distancia desde la fuente captadora o generadora de agua tratada o captada por lluvia hacía la corriente o cuerpo de agua.

Los impactos adversos son cuantiosos (Cuadro 10) ya que esta actividad esta afecta directamente, como su nombre lo indica, a corrientes y cuerpos de agua. Sin embargo, se proponen medidas de mitigación específicas y detallada para poder disminuir estos impactos adversos.

Cuadro 8. Impactos ambientales y sus medidas de mitigación producidos por la realización de proyectos acuícolas.

N°	Causa del impacto	Atributo ambiental	Tipo	Significancia	Reversibilidad	Duración	Prevención y/o Mitigación	Observaciones
Preparación del Sitio								
1	Trazo de Áreas	Uso del agua	-	Si	Irreversible	Permanente	Señalización del trazo de áreas estrictamente a las áreas a construir, sin abarcar espacios adicionales, ni demás área permitida o descrita en los permisos federales para la Conagua.	Impacto directo
2	Trazo de Áreas	Movimientos migratorios	+	Si	Reversible	Temporal		Impacto indirecto
3	Trazo de Áreas	Ingresos per cápita	+	Si	Reversible	Temporal		Impacto indirecto
4	Limpieza del terreno	Uso del agua	-	Si	Irreversible	Permanente	Ahuyentamiento de la posible fauna, sin embargo, en el área a trabajar durante los recorridos no se observó ninguna especie de fauna, sin embargo, se propiciará la restitución de la flora en sitios colindantes, de tal forma que puedan tener resguardo las posibles especies que se puedan reincorporar al este ecosistema	Impacto directo
5	Limpieza del terreno	Drenaje superficial	-	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
6	Limpieza del terreno	Movimientos migratorios	+	Si	Reversible	Temporal		Impacto indirecto
7	Limpieza del terreno	Ingresos per cápita	+	Si	Reversible	Temporal		Impacto indirecto
8	Excavación, relleno y nivelación	Uso del agua	-	Si	Irreversible	Permanente	Establecer zonas de alojamiento de material fértil para reintroducirlo en otras que sean necesarias, así como evitar el paso por otras rutas a las establecidas	Impacto directo
9	Excavación, relleno y nivelación	Movimientos migratorios	+	Si	Reversible	Temporal		Impacto indirecto
Construcción								
10	Construcción de infraestructura y servicio	Geomorfología	-	Si	Irreversible	Permanente	Aspersión de agua, mantenimiento oportuno a la maquinaria, verificación	Impacto directo
11	Construcción de infraestructura y servicio	Drenaje superficial	-	Si	Irreversible	Permanente	Diseño del sistema para la captación, conducción y destino de las aguas pluviales.	Impacto directo
12	Construcción de infraestructura y servicio	Corredores biológicos	-	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo

N°	Causa del impacto	Atributo ambiental	Tipo	Significancia	Reversibilidad	Duración	Prevención y/o Mitigación	Observaciones
13	Construcción de infraestructura y servicio	Movimientos migratorios	+	Si	Reversible	Temporal		Impacto indirecto
14	Operación de instalaciones	Calidad del agua	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
15	Operación de instalaciones	Uso del agua	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
16	Operación de instalaciones	Uso del suelo	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
17	Operación de instalaciones	Geomorfología	-	Si	Irreversible	Permanente	Limitar el movimiento de tierras. Protegiendo los canales de drenaje a través de un diseño de captación, conducción y destino final de las aguas pluviales.	Impacto directo
18	Operación de instalaciones	Dinámica del cauce	-	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
19	Operación de instalaciones	Drenaje superficial	-	Si	Irreversible	Permanente	Recolectar los aceites que se generen como mantenimiento de la maquinaria y reciclarlos según la normatividad vigente en la materia.	Impacto directo
20	Operación de instalaciones	Corredores biológicos	-	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
21	Operación de instalaciones	Movimientos migratorios	+	Si	Reversible	Temporal		Impacto indirecto
22	Operación de instalaciones	Población ocupada	+	Si	Reversible	Temporal		Impacto indirecto
operación y mantenimiento								
22	Operación del laboratorio	Movimientos migratorios	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
23	Operación del laboratorio	Población ocupada	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
24	Operación de sistema de recirculación acuícola	Dinámica del cauce	+	Si	Irreversible	Permanente	Controlar los flujos de agua para evitar retenciones de los volúmenes por periodos de tiempo prolongados.	Impacto directo
25	Operación de sistema de recirculación acuícola	Movimientos migratorios	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
26	Operación de sistema de	Ingresos per cápita	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo

N°	Causa del impacto	Atributo ambiental	Tipo	Significancia	Reversibilidad	Duración	Prevención y/o Mitigación	Observaciones
	recirculación acuícola							
27	Mantenimiento de Infraestructura	Uso del agua	-	Si	Irreversible	Permanente	Garantizar la máxima eficiencia en el uso del agua a efecto de ocupar sólo la estrictamente necesaria para operar el proyecto a su máxima capacidad, sin que ello implique que ésta desborde el límite de los canales de conducción para caer al suelo y arrastrar sedimentos ocasionando erosión.	Impacto directo
28	Mantenimiento de Infraestructura	Movimientos migratorios	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
29	Mantenimiento de Infraestructura	Población ocupada	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
30	Mantenimiento de Infraestructura	Ingresos per cápita	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo

Fuente: Elaboración propia con información de las MIA's de proyectos acuícolas.

Cuadro 9 Impactos ambientales y sus medidas de mitigación producidos por la realización de desarrollos urbanos.

N°	Causa del Impacto	Atributo Ambiental	Tipo	Significancia	Reversibilidad	Duración	Prevención y/o Mitigación	Observaciones
Preparación Del Sitio								
1	Limpieza y desmonte del terreno	Erosión	-	Si	Irreversible	Permanente	Instalación de la cerca perimetral como una de las primeras actividades de construcción del relleno sanitario y que servirá para delimitar físicamente el área de trabajo.	Impacto directo
2	Limpieza y desmonte del terreno	Pérdida de Vegetación	-	Si	Reversible	Temporal	Aunado a la cerca perimetral del relleno sanitario, colocar dentro del área de amortiguamiento un cerco arbóreo, de preferencia de especies propias de la localidad, que sirva como pantalla para evitar dispersión de partículas, reducir niveles de ruido en los alrededores y servir como marco estético delimitante.	Impacto directo
Construcción								
3	Cortes y nivelación	Modificación del relieve	-	Si	Irreversible	Permanente	De ser posible, la mayor parte de las actividades de construcción deberán realizarse en húmedo, para evitar la	Impacto directo

N°	Causa del Impacto	Atributo Ambiental	Tipo	Significancia	Reversibilidad	Duración	Prevención y/o Mitigación	Observaciones
							formación de polvos y dispersión de partículas.	
4	Cortes y nivelación	Modificación del paisaje	-	Si	Irreversible	Permanente	programación diaria, semanal, mensual y anual de actividades, equipo, personal e insumos requeridos, con la finalidad de evitar al máximo imprevistos.	Impacto directo
5	Preparación de celdas	Características del Drenaje Natural	-	Si	Irreversible	Permanente	Creación de drenes pluviales de desvío dentro de las instalaciones.	Impacto directo
6	Preparación de celdas	Calidad del agua	-	Si	Irreversible	Permanente	colocación de geomembrana en los taludes de trincheras para evitar la infiltración y migración de lixiviados al acuífero	Impacto directo
7	Preparación de celdas	Infiltración	-	Si	Irreversible	Permanente	colocación de geomembrana en los taludes de trincheras para evitar la infiltración y migración de lixiviados al acuífero	Impacto indirecto
8	Preparación de celdas	Descargas líquidas	-	Si	Irreversible	Permanente	Creación de drenes pluviales de desvío dentro de las instalaciones.	Impacto indirecto
9	Preparación de celdas	Relieve	+	Si	Irreversible	Permanente	-	Impacto directo
10	Pozos de monitoreo	Calidad del agua	-	Si	Irreversible	Permanente	colocación de geomembrana en los taludes de trincheras para evitar la infiltración y migración de lixiviados al acuífero	Impacto directo
11	Pozos de monitoreo	Uso de Suelo	+	Si	Reversible	Temporal		Impacto directo
Operación Y Mantenimiento								
12	Mantenimiento y monitoreo	Calidad del aire	+	Si	Irreversible	Permanente	Uso de cercado móvil para evitar la dispersión de residuos volátiles, dándole limpieza y mantenimiento frecuente.	Impacto indirecto
13	Mantenimiento y monitoreo	Microclima	+	Si	Irreversible	Permanente	-	Impacto indirecto
14	Mantenimiento y monitoreo	Ruido	+	Si	Reversible	Temporal	-	Impacto indirecto
15	Mantenimiento y monitoreo	Calidad del agua	+	Si	Irreversible	Permanente	Mantenimiento de pozos de venteo de biogás, drenes perimetrales para el desvío de aguas pluviales.	Impacto directo
16	Mantenimiento y monitoreo	Infiltración	+	Si	Irreversible	Permanente	Mantenimiento de pozos de venteo de biogás, drenes perimetrales para el desvío de aguas pluviales.	Impacto indirecto

N°	Causa del Impacto	Atributo Ambiental	Tipo	Significancia	Reversibilidad	Duración	Prevención y/o Mitigación	Observaciones
17	Mantenimiento y monitoreo	Descargas líquidas	+	Si	Irreversible	Permanente	Mantenimiento de pozos de venteo de biogás, drenes perimetrales para el desvío de aguas pluviales.	Impacto indirecto
18	Mantenimiento y monitoreo	Relieve	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
19	Mantenimiento y monitoreo	Modificación del paisaje	+	Si	Irreversible	Permanente	Restaurar las grietas que fracturan la cobertura de los residuos sólidos, las cuales se presentan debido a los asentamientos diferenciales que ocurren en los rellenos sanitarios por la estabilización de la basura.	Impacto directo
Abandono								
20	Clausura del sitio	Calidad del aire	+	Si	Irreversible	Permanente	-	Impacto directo
21	Clausura del sitio	Uso de suelo	+	Si	Irreversible	Permanente	-	Impacto directo
22	Clausura del sitio	Relieve	+	Si	Irreversible	Permanente	-	Impacto directo
23	Clausura del sitio	Erosión	+	Si	Irreversible	Permanente	-	Impacto directo
24	Clausura del sitio	Compactación y asentamiento	+	Si	Irreversible	Permanente	-	Impacto directo
25	Clausura del sitio	Estabilidad del suelo	+	Si	Irreversible	Permanente	-	Impacto directo
26	Clausura del sitio	Generación de residuos	+	Si	Reversible	Temporal	-	Impacto directo
27	Clausura del sitio	Reforestación	+	Si	Reversible	Temporal	-	Impacto directo
28	Clausura del sitio	Afectación a la fauna	+	Si	Reversible	Temporal	-	Impacto indirecto
29	Clausura del sitio	Modificación del paisaje	+	Si	Irreversible	Permanente	-	Impacto directo
30	Saneamiento y recuperación del sitio	Calidad del aire	+	Si	Irreversible	Permanente	-	Impacto indirecto
31	Saneamiento y recuperación del sitio	Uso de suelo	+	Si	Irreversible	Permanente	-	Impacto directo
32	Saneamiento y recuperación del sitio	Relieve	+	Si	Irreversible	Permanente	-	Impacto directo
33	Saneamiento y recuperación del sitio	Erosión	+	Si	Irreversible	Permanente	-	Impacto directo
34	Saneamiento y recuperación del sitio	Modificación del paisaje	+	Si	Irreversible	Permanente	-	Impacto directo
35	Monitoreo	Calidad del aire	+	Si	Irreversible	Permanente	-	Impacto indirecto
36	Monitoreo	Calidad del agua	+	Si	Irreversible	Permanente	-	Impacto directo

N°	Causa del Impacto	Atributo Ambiental	Tipo	Significancia	Reversibilidad	Duración	Prevención y/o Mitigación	Observaciones
37	Monitoreo	Modificación del paisaje	+	Si	Irreversible	Permanente	-	Impacto directo

Fuente: Elaboración propia con información de las MIA's de desarrollo urbano.

Cuadro 10 Impactos ambientales y sus medidas de mitigación producidos por la descargas a corrientes o cuerpos de agua

N°	Causa del Impacto	Atributo Ambiental	Tipo	Significancia	Reversibilidad	Duración	Prevención y/o Mitigación	Observaciones
Preparación Del Sitio								
1	Limpieza del sitio	Suelo	-	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
2	Alteración local	Relieve	-	Si	Irreversible	Permanente	Deberá haber una correcta delimitación del área del proyecto.	Impacto directo
3	Modificación del patrón de escurrimiento superficial	Agua superficial	-	Si	Irreversible	Permanente	No almacenar temporalmente, en cauces o lechos de río o en sectores que desemboquen en ellos, material de excavación.	Impacto indirecto
4	Aumento de emisiones a la atmosfera	Aire	-	Si	Reversible	Temporal	Humedecer periódicamente las vías de acceso a la obra.	Impacto indirecto
5	Afectación de la migración de la fauna local	Fauna	-	Si	Reversible	Temporal		Impacto indirecto
Construcción								
6	Contaminación por residuos	Suelo	-	Si	Reversible	Temporal	No dejar materiales de construcción en las zonas donde se ejecutará la obra.	Impacto directo
7	Alteración local	Relieve	-	Si	Reversible	Temporal		Impacto directo
8	Modificación del patrón de escurrimiento superficial	Agua superficial	-	Si	Irreversible	Permanente		Impacto indirecto
9	Emisiones a la atmósfera	Aire	-	Si	Reversible	Temporal	Suspender las actividades cuando las condiciones del viento no sean favorables para realizarlas	Impacto indirecto
10	Eliminación de hierbas y arbustos	Vegetación	-	Si	Reversible	Temporal	Se promoverá la reforestación si la autoridad así lo indica con especies propias del lugar.	Impacto directo
11	Reducción de hábitat de especies	Fauna	-	Si	Irreversible	Permanente	Restringir la actividad solo al área correspondiente a la descarga en cuestión.	Impacto indirecto
12	Generación de empleos	Socioeconómico	+	Si	Reversible	Temporal		Impacto directo
Operación Y Mantenimiento								
13	Alteración local	Relieve	-	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo

N°	Causa del Impacto	Atributo Ambiental	Tipo	Significancia	Reversibilidad	Duración	Prevención y/o Mitigación	Observaciones
14	Modificación del patrón de escurrimiento superficial	Agua superficial	-	Si	Irreversible	Permanente	El proyecto es benéfico para el medio ambiente ya que se descargará agua tratada al emisor poniente	Impacto indirecto
15	Aumento de emisiones a la atmosfera	Aire	-	Si	Reversible	Temporal		Impacto indirecto
16	Eliminación de hierbas y arbustos	Vegetación	-	Si	Reversible	Temporal	Se promoverá la reforestación si la autoridad así lo indica con especies propias del lugar.	Impacto directo
17	Aumento de los niveles de ruido por equipos y maquinarias	Ruido	-	Si	Reversible	Temporal		Impacto directo
18	Reducción de hábitat de especies	Fauna	-	Si	Irreversible	Permanente	Restringir la actividad solo al área correspondiente a la descarga en cuestión.	Impacto indirecto
19	Generación de empleos	Socioeconómico	+	Si	Reversible	Temporal		Impacto directo
Abandono								
20	Alteración local	Suelo	-	Si	Reversible	Temporal		Impacto directo
21	Modificación del patrón de escurrimiento superficial	Relieve	-	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
22	Aumento de emisiones a la atmosfera	Agua superficial	-	Si	Reversible	Temporal		Impacto indirecto
23	Eliminación de hierbas y arbustos	Aire	-	Si	Reversible	Temporal		Impacto directo
24	Aumento de los niveles de ruido por equipos y maquinarias	Ruido	-	Si	Reversible	Temporal		Impacto indirecto
25	Reducción de hábitat de especies	Vegetación	-	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
26	Generación de empleos	Socioeconómico	+	Si	Reversible	Temporal		Impacto directo

Fuente: Elaboración propia con información de las MIA's de proyectos de descargar a corrientes o cuerpos de agua.

5.3.4 Impactos ambientales generados por agua potable y alcantarillado

Este tipo de proyectos es el tercer más grande de los analizados con 5 proyectos, y está estrechamente relacionado con el desarrollo urbano, sin embargo, cuenta con un poco más de detalle en sus obras y se decidió unificar en un solo tipo.

Es importante resaltar que este tipo de proyectos presentan su mayor cantidad de impacto adversos al momento de la construcción ya que en la mayoría de ellos tienen que realizar excavaciones forzosamente, se presentaron medidas de mitigación, pero debido a que se desarrollan en zonas urbanas o en proceso de urbanización dichas medidas solo se presentan a manera de cumplir un requisito en la MIA.

Sin embargo, estos van de la mano con una buena cantidad de impacto benéficos, ya que en el proceso de construcción se emplea una mayor cantidad de mano de obra lo que genera mayor cantidad de empleo y por lo tanto un impacto positivo a la economía local (Cuadro 11).

5.3.5 Impactos ambientales generados por plantas de tratamiento de aguas residuales

En este apartado hay dos proyectos que fueron ingresados y aprobados por la SEMARNAT (Cuadro 12), en este caso uno de los proyectos se encuentra en una zona industrial, mientras que el otro se encuentra en una zona en proceso de urbanización, por lo que ambos proyectos están pensados para funcionamiento constante y a largo plazo, cabe resaltar que en uno de los proyectos no se contempla la construcción lo que lleva una disminución de impactos negativos.

En ambas MIA's se presentan las medidas de mitigación para el caso del factor ambiental agua, que es el que más se vería afectado y el que es el más sensible a un impacto

negativo. Así mismo emplean tecnología más reciente con la finalidad de disminuir un impacto negativo.

5.3.6 Impactos ambientales generados por muelles

Para el caso de MIA´s en el tipo de proyecto “Muelles” solo se presenta un caso y esto es debido a dos factores principalmente; el primero y más importante es que el Estado de México no presenta costas o salida hacia el mar, el segundo es el poder adquisitivo para poder realizarlo, ya que los lugares donde se podría desarrollar este tipo de proyecto son el lagos y lagunas.

La MIA presenta en este apartado se ubica en el Municipio de Valle de Bravo que presenta una alta afluencia de visitantes recreacionales, a su vez esto logra un mayor interés de las instituciones que vigilan los impactos ambientales lo que no lleva a una mejor calidad en la elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental, ya que el proyecto analizado presento una descripción muy detallada de sus impactos negativos y sus medidas de mitigación esto se puede ver más claramente en el Cuadro 13

Cuadro 11 Impactos ambientales y sus medidas de mitigación producidos por infraestructura de agua potable y alcantarillado

N°	Causa del Impacto	Atributo Ambiental	Tipo	Significancia	Reversibilidad	Duración	Prevención y/o Mitigación	Observaciones
Preparación del Sitio								
1	Desmante y desplante	Intensidad del ruido	-	Si	Reversible	Temporal	se propone darles celeridad a las obras, ya que dichos trabajos son sencillos de realizar,	Impacto indirecto
2	Desmante y desplante	Duración del ruido	-	Si	Reversible	Temporal	se propone darles celeridad a las obras, ya que dichos trabajos son sencillos de realizar,	Impacto directo
3	Desmante y desplante	Erosión del suelo	-	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
4	Desmante y desplante	Uso actual del suelo	-	Si	Irreversible	Permanente	Adecuar señalética para el tránsito de maquinaria y circulación de vehículos en las vialidades.	Impacto directo
5	Desmante y desplante	Vegetación	-	Si	Irreversible	Permanente	se incluirá acciones de jardinería rustica, además, los productores agrícolas, establecerán explotaciones forestales contraladas, e introducirán practicas orgánicas, que van a mejoras las condiciones propias del suelo para establecer vegetación nativa y cultivada.	Impacto directo
6	Limpieza y trazo en el área de trabajo	Intensidad del Ruido	-	Si	Reversible	Temporal	se propone darles celeridad a las obras, ya que dichos trabajos son sencillos de realizar,	Impacto indirecto
7	Limpieza y trazo en el área de trabajo	Duración del Ruido	-	Si	Reversible	Temporal	se propone darles celeridad a las obras, ya que dichos trabajos son sencillos de realizar,	Impacto directo
8	Limpieza y trazo en el área de trabajo	Vegetación	-	Si	Irreversible	Permanente	se incluirá acciones de jardinería rustica, además, los productores agrícolas, establecerán explotaciones forestales contraladas, e introducirán practicas orgánicas, que van a mejoras las condiciones propias del suelo para establecer vegetación nativa y cultivada.	Impacto directo
9	Rellenos y nivelación	Calidad del agua	-	Si	Irreversible	Permanente		Impacto indirecto
10	Rellenos y nivelación	Intensidad del ruido	-	Si	Reversible	Temporal	se propone darles celeridad a las obras, ya que dichos trabajos son sencillos de realizar,	Impacto indirecto
11	Rellenos y nivelación	Duración del ruido	-	Si	Reversible	Temporal	se propone darles celeridad a las obras, ya que dichos trabajos son sencillos de realizar,	Impacto directo
12	Rellenos y nivelación	Erosión del suelo	-	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
13	Rellenos y nivelación	Uso actual del suelo	-	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo

N°	Causa del Impacto	Atributo Ambiental	Tipo	Significancia	Reversibilidad	Duración	Prevención y/o Mitigación	Observaciones
14	Rellenos y nivelación	Asentamiento y compactación	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
15	Rellenos y nivelación	Vegetación	-	Si	Irreversible	Permanente	se incluirá acciones de jardinería rustica, además, los productores agrícolas, establecerán explotaciones forestales contraladas, e introducirán practicas orgánicas, que van a mejoras las condiciones propias del suelo para establecer vegetación nativa y cultivada.	Impacto directo
Construcción								
16	Excavaciones y cepas	Erosión del suelo	-	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
17	Excavaciones y cepas	Asentamiento y compactación	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
18	Excavaciones y cepas	Vegetación	-	Si	Irreversible	Permanente	se incluirá acciones de jardinería rustica, además, los productores agrícolas, establecerán explotaciones forestales contraladas, e introducirán practicas orgánicas, que van a mejoras las condiciones propias del suelo para establecer vegetación nativa y cultivada.	Impacto directo
19	Construcción de columnas	Duración del ruido	-	Si	Reversible	Temporal	se propone darles celeridad a las obras, ya que dichos trabajos son sencillos de realizar,	Impacto directo
20	Construcción de columnas	Empleo	+	Si	Reversible	Temporal		Impacto directo
21	Construcción de columnas	Paisaje estético	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto indirecto
22	Construcción de columnas	Infraestructura de servicio	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
23	Construcción de muros de cabeza	Duración del ruido	-	Si	Reversible	Temporal	se propone darles celeridad a las obras, ya que dichos trabajos son sencillos de realizar,	Impacto directo
24	Construcción de muros de cabeza	Inconformidad publica	+	Si	Reversible	Temporal		Impacto indirecto
25	Construcción de muros de cabeza	Empleo	+	Si	Reversible	Temporal		Impacto directo
26	Construcción de muros de cabeza	Paisaje estético	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto indirecto
27	Construcción de muros de cabeza	Infraestructura de servicio	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
28	Instalación de tubería y cuello de gansos	Intensidad del ruido	-	Si	Reversible	Temporal	se propone darles celeridad a las obras, ya que dichos trabajos son sencillos de realizar,	Impacto indirecto

N°	Causa del Impacto	Atributo Ambiental	Tipo	Significancia	Reversibilidad	Duración	Prevención y/o Mitigación	Observaciones
29	Instalación de tubería y cuello de gansos	Duración del ruido	-	Si	Reversible	Temporal	se propone darles celeridad a las obras, ya que dichos trabajos son sencillos de realizar,	Impacto directo
30	Instalación de tubería y cuello de gansos	Fauna	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
31	Instalación de tubería y cuello de gansos	Inconformidad pública	+	Si	Reversible	Temporal		Impacto indirecto
32	Instalación de tubería y cuello de gansos	Empleo	+	Si	Reversible	Temporal		Impacto directo
33	Instalación de tubería y cuello de gansos	Paisaje estético	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto indirecto
34	Instalación de tubería y cuello de gansos	Infraestructura de servicio	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
Operación y Mantenimiento								
35	Labores de mantenimiento	Empleo	+	Si	Reversible	Temporal		Impacto Directo
36	Labores de mantenimiento	Paisaje estético	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto Indirecto
37	Labores de mantenimiento	Infraestructura de servicio	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto Directo

Fuente: Elaboración propia con información de las MIA's de proyectos de infraestructura de agua potable o alcantarillado.

Cuadro 12 Impactos ambientales y sus medidas de mitigación producidos por plantas de tratamiento de aguas residuales

N°	Causa del Impacto	Atributo Ambiental	Tipo	Significancia	Reversibilidad	Duración	Prevención y/o Mitigación	Observaciones
Operación								
1	Operación	Consumo de agua	+	Si	Irreversible	Permanente	un adecuado manejo de los residuos sólidos generados la planta de tratamiento, almacenándolos en lugares y recipientes apropiados, la implantación de programas de separación, la contratación de los servicios de limpia.	Impacto directo
2	Operación	Descargas de aguas residuales	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
3	Operación	Empleo	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
4	Operación	Riesgo de siniestro	-	Si	Irreversible	Permanente		Impacto indirecto
5	Operación	Paisaje	-	Si	Irreversible	Permanente	se adoptarán medidas necesarias para tratar de mitigar de una forma adecuada los impactos que las actividades de construcción provocaron.	Impacto indirecto
6	Operación	Contratista	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo

N°	Causa del Impacto	Atributo Ambiental	Tipo	Significancia	Reversibilidad	Duración	Prevención y/o Mitigación	Observaciones
7	Emisiones	Ruido	-	Si	Irreversible	Permanente		Impacto indirecto
8	Emisiones	Salud y seguridad	-	Si	Irreversible	Permanente	se recomienda que el suministro de los materiales necesarios se haga en vehículos de mayor dimensión para evitar la circulación de un número excesivo de vehículos.	Impacto directo
Mantenimiento								
9	Mantenimiento	Consumo de agua	-	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
10	Mantenimiento	Descargas de aguas residuales	-	Si	Reversible	Temporal	un adecuado manejo de los residuos sólidos generados la planta de tratamiento, almacenándolos en lugares y recipientes apropiados, la implantación de programas de separación, la contratación de los servicios de limpia.	Impacto directo
11	Mantenimiento	Empleo	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
12	Mantenimiento	Salud y seguridad	+	Si	Irreversible	Permanente	se recomienda que el suministro de los materiales necesarios se haga en vehículos de mayor dimensión para evitar la circulación de un número excesivo de vehículos.	Impacto directo
13	Mantenimiento	Contratista	+	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
14	Residuos no peligrosos	Suelo	-	Si	Reversible	Temporal	se recomienda que las especies arbóreas de ornato que se encuentran en la colindancia sur continúen desarrollándose sobre la barrera de material inerte, creando una delimitación que vaya en concordancia con los recursos naturales de la zona.	Impacto directo
15	Residuos no peligrosos	Salud y seguridad	-	Si	Reversible	Temporal	se recomienda que el suministro de los materiales necesarios se haga en vehículos de mayor dimensión para evitar la circulación de un número excesivo de vehículos.	Impacto directo
16	Residuos no peligrosos	Servicios públicos	-	Si	Reversible	Temporal		Impacto indirecto
Abandono								
17	Abandono del sitio	Uso de suelo	-	Si	Irreversible	Permanente	periferia del predio se recomienda que las especies arbóreas de ornato que se encuentran en la colindancia sur continúen desarrollándose sobre la barrera de material inerte, creando una delimitación que vaya en concordancia con los recursos naturales de la zona.	Impacto directo

N°	Causa del Impacto	Atributo Ambiental	Tipo	Significancia	Reversibilidad	Duración	Prevención y/o Mitigación	Observaciones
18	Abandono del sitio	Suelo	-	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
19	Abandono del sitio	Empleo	+	Si	Reversible	Temporal		Impacto directo
20	Abandono del sitio	Salud y seguridad	-	Si	Irreversible	Permanente	se recomienda que el suministro de los materiales necesarios se haga en vehículos de mayor dimensión para evitar la circulación de un número excesivo de vehículos.	Impacto directo
21	Abandono del sitio	Calidad de vida del entorno	-	Si	Irreversible	Permanente		Impacto indirecto
22	Abandono del sitio	Paisaje	-	Si	Irreversible	Permanente	se adoptarán medidas necesarias para tratar de mitigar de una forma adecuada los impactos que las actividades de construcción provocaron.	Impacto indirecto

Fuente: Elaboración propia con información de las MIA's de proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales.

Cuadro 13 Impactos ambientales y sus medidas de mitigación producidos por muelles

N°	Causa del Impacto	Atributo Ambiental	Tipo	Significancia	Reversibilidad	Duración	Prevención y/o Mitigación	Observaciones
Preparación del Sitio								
1	Posibles accidentes	Cumplimiento de la normatividad ambiental.	-	Si	Reversible	Temporal	El impacto puede prevenirse a través de las medidas de seguridad y en caso de ocurrir el impacto, es mitigable gracias a las medidas de respuesta ante algún incidente.	Impacto indirecto
2	Excavación desde la línea de playa con la draga de bote de arrastre	Estratigrafía terrestre y acuática.	-	Si	Irreversible	Permanente	Con base en el estudio de mecánica de suelo se efectuará solamente el dragado de los primeros 3 m del sedimento del lecho lacustre, constituido de arenas y gravas de mediana compactación. Se colocará una geomalla del 200 sobre boyas, para contener el material Re suspendido proveniente del dragado y mitigar su dispersión. Se cuenta con la medida de rescate del sedimento del dragado, para valorar su uso como mejorador de suelos de la zona de Valle de Bravo.	Impacto directo
3	Excavación desde la línea de playa con la draga de bote de arrastre	Relieve terrestre y acuático.	-	Si	Irreversible	Permanente	Con base en el estudio de mecánica de suelo se efectuará solamente el dragado de los primeros 3 m del sedimento del lecho lacustre, constituido de arenas y gravas de mediana compactación. Se colocará una geomalla del 200 sobre boyas, para contener el material Re suspendido	Impacto directo

N°	Causa del Impacto	Atributo Ambiental	Tipo	Significancia	Reversibilidad	Duración	Prevención y/o Mitigación	Observaciones
							proveniente del dragado y mitigar su dispersión. Se cuenta con la medida de rescate del sedimento del dragado, para valorar su uso como mejorador de suelos de la zona de Valle de Bravo.	
4	Construcción de la plataforma provisional con material producto del dragado	Estratigrafía terrestre y acuática	-	Si	Reversible	Temporal	Con base en el estudio de mecánica de suelo se efectuará solamente el dragado de los primeros 3 m del sedimento del lecho lacustre, constituido de arenas y gravas de mediana compactación. Se colocará una geomalla del 200 sobre boyas, para contener el material Re suspendido proveniente del dragado y mitigar su dispersión. Se cuenta con la medida de rescate del sedimento del dragado, para valorar su uso como mejorador de suelos de la zona de Valle de Bravo.	Impacto directo
5	Construcción de la plataforma provisional con material producto de la excavación.	Relieve terrestre y acuático	-	Si	Reversible	Temporal	La acción cuenta con mitigación total, dado que el material de la plataforma será retirado y utilizado como mejorador de suelos en la zona de Valle de Bravo.	Impacto directo
6	Construcción de plataforma provisional con material producto del dragado.	Estética del paisaje	-	Si	Reversible	Temporal	La acción cuenta con mitigación total, dado que el material de la plataforma será retirado y utilizado como mejorador de suelos. Se colocará una geomalla del 200, para contener el material Re suspendido proveniente del dragado y mitigar su dispersión.	Impacto directo
7	Excavación con la draga desde la plataforma provisional, dentro del área de lago.	Estratigrafía terrestre y acuática	-	Si	Irreversible	Permanente	Con base en el estudio de mecánica de suelo se efectuará solamente el dragado de los primeros 3 m del sedimento del lecho lacustre, constituido de arenas y gravas de mediana compactación. Se colocará una geomalla del 200 sobre boyas, para contener el material Re suspendido proveniente del dragado y mitigar su dispersión. Se cuenta con la medida de rescate del sedimento del dragado, para valorar su uso como mejorador de suelos de la zona de Valle de Bravo.	Impacto directo
8	Excavación con la draga desde la plataforma	Relieve terrestre y acuático.	-	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo

N°	Causa del Impacto	Atributo Ambiental	Tipo	Significancia	Reversibilidad	Duración	Prevención y/o Mitigación	Observaciones
	provisional, dentro del área de lago.							
9	Excavación con la draga desde la plataforma provisional, dentro del área de lago	Estética del paisaje.	-	Si	Reversible	Temporal	se retirarán las instalaciones provisionales de proyecto, la maquinaria, equipos, personal, materiales y residuos, dejándose limpia el área.	Impacto indirecto
Construcción								
1	Posibles accidentes	Legislación ambiental	-	Si	Reversible	Temporal	El impacto puede prevenirse a través de las medidas de seguridad y en caso de ocurrir el impacto, es mitigable gracias a las medidas de respuesta ante algún incidente.	Impacto indirecto
2	Excavación desde la línea de playa con la draga de bote de arrastre	Estratigrafía terrestre y acuática.	-	Si	Irreversible	Permanente	Con base en el estudio de mecánica de suelo se efectuará solamente el dragado de los primeros 3 m del sedimento del lecho lacustre, constituido de arenas y gravas de mediana compactación. Se colocará una geomalla del 200 sobre boyas, para contener el material Re suspendido proveniente del dragado y mitigar su dispersión. Se cuenta con la medida de rescate del sedimento del dragado, para valorar su uso como mejorador de suelos de la zona de Valle de Bravo.	Impacto directo
3	Excavación desde la línea de playa con la draga de bote de arrastre	Relieve terrestre y acuático.	-	Si	Irreversible	Permanente	Con base en el estudio de mecánica de suelo se efectuará solamente el dragado de los primeros 3 m del sedimento del lecho lacustre, constituido de arenas y gravas de mediana compactación. Se colocará una geomalla del 200 sobre boyas, para contener el material Re suspendido proveniente del dragado y mitigar su dispersión. Se cuenta con la medida de rescate del sedimento del dragado, para valorar su uso como mejorador de suelos de la zona de Valle de Bravo.	Impacto directo
4	Construcción de la plataforma provisional con material producto del dragado	Estratigrafía terrestre y acuática	-	Si	Reversible	Temporal	Con base en el estudio de mecánica de suelo se efectuará solamente el dragado de los primeros 3 m del sedimento del lecho lacustre, constituido de arenas y gravas de mediana compactación. Se colocará una geomalla del 200 sobre boyas, para contener el material Re suspendido	Impacto directo

N°	Causa del Impacto	Atributo Ambiental	Tipo	Significancia	Reversibilidad	Duración	Prevención y/o Mitigación	Observaciones
							proveniente del dragado y mitigar su dispersión. Se cuenta con la medida de rescate del sedimento del dragado, para valorar su uso como mejorador de suelos de la zona de Valle de Bravo.	
5	Construcción de la plataforma provisional con material producto de la excavación.	Relieve terrestre y acuático	-	Si	Reversible	Temporal	La acción cuenta con mitigación total, dado que el material de la plataforma será retirado y utilizado como mejorador de suelos en la zona de Valle de Bravo.	Impacto directo
6	Estética del paisaje	Construcción de plataforma provisional con material producto del dragado.	-	Si	Reversible	Temporal	La acción cuenta con mitigación total, dado que el material de la plataforma será retirado y utilizado como mejorador de suelos. Se colocará una geomalla del 200, para contener el material Re suspendido proveniente del dragado y mitigar su dispersión.	Impacto directo
7	Estratigrafía terrestre y acuática	Excavación con la draga desde la plataforma provisional, dentro del área de lago.	-	Si	Irreversible	Permanente	Con base en el estudio de mecánica de suelo se efectuará solamente el dragado de los primeros 3 m del sedimento del lecho lacustre, constituido de arenas y gravas de mediana compactación. Se colocará una geomalla del 200 sobre boyas, para contener el material Re suspendido proveniente del dragado y mitigar su dispersión. Se cuenta con la medida de rescate del sedimento del dragado, para valorar su uso como mejorador de suelos de la zona de Valle de Bravo.	Impacto directo
8	Relieve terrestre y acuático.	Excavación con la draga desde la plataforma provisional, dentro del área de lago.	-	Si	Irreversible	Permanente		Impacto directo
9	Excavación con la draga desde la plataforma provisional, dentro del área de lago	Estética del paisaje.	-	Si	Reversible	Temporal	se retirarán las instalaciones provisionales de proyecto, la maquinaria, equipos, personal, materiales y residuos, dejándose limpia el área.	Impacto indirecto
Operación y Mantenimiento								
1	Posibles accidentes	Legislación ambiental	-	Si	Reversible	Temporal	El impacto puede prevenirse a través de las medidas de seguridad y en caso de ocurrir el impacto, es mitigable gracias a las medidas de respuesta ante algún incidente.	Impacto indirecto

N°	Causa del Impacto	Atributo Ambiental	Tipo	Significancia	Reversibilidad	Duración	Prevención y/o Mitigación	Observaciones
2	Estética del paisaje	Construcción de plataforma provisional con material producto del dragado.	-	Si	Reversible	Temporal	La acción cuenta con mitigación total, dado que el material de la plataforma será retirado y utilizado como mejorador de suelos. Se colocará una geomalla del 200, para contener el material Re suspendido proveniente del dragado y mitigar su dispersión.	Impacto directo
3	Excavación con la draga desde la plataforma provisional, dentro del área de lago	Estética del paisaje.	-	Si	Reversible	Temporal	se retirarán las instalaciones provisionales de proyecto, la maquinaria, equipos, personal, materiales y residuos, dejándose limpia el área.	Impacto indirecto

Fuente: Elaboración propia con información de las MIA's de proyectos de muelles.

5.3.7 Resultados de la clasificación de imágenes satelitales propuesta para análisis de impactos ambientales mediante cambio de uso de suelo

En las Figuras 14-20, se muestran los mapas de clasificación de uso de suelo generados a partir de imágenes satelitales, que corresponden a los municipios del Estado de México donde se ubican proyectos del sector hidráulico que requirieron una Manifestación de Impacto Ambiental. Los años de las imágenes satelitales son de 2013 al 2019.

Con base en las 4 categorías definidas, el uso de suelo que más domina en los municipios analizados es la Agricultura y la Vegetación Impactada para todos los años analizados con valores mayores a 50%. En el Cuadro 14, se puede apreciar el comportamiento de los uso de suelo, se observar que, aunque sea corto el periodo de análisis, la vegetación con alta densidad tiene una disminución de 8,000 ha. Esto para dar paso a la agricultura o área urbana. Los cuerpos de agua presentan poca variación que se debe principalmente a la cantidad de lluvia de cada año.

Cuadro 14. Número de hectareas por cada categoría definida.

Categoría	2013		2014		2015		2016	
	(Ha)	(%)	(Ha)	(%)	(Ha)	(%)	(Ha)	(%)
Área Urbana y Áreas sin vegetación	38,119.02	9.92	38,329.11	9.97	41,341.70	10.76	40,563.39	10.56
Agricultura y Vegetación Impactada	225,964.25	0.59	227,397.57	59.17	226,426.77	58.92	228,385.96	59.43
Cuerpos de Agua	8675.88	0.02	8,410.46	2.19	8,797.38	2.29	8,557.32	2.23
Vegetación Densa	111,528.38	0.29	110,150.39	28.66	107,721.68	28.03	106,780.85	27.79
Total	384,287.53	100	384,287.53	100	384,287.53	100	384,287.53	100
Categoría	2017		2018		2019			
	(Ha)	(%)	(Ha)	(%)	(Ha)	(%)		
Área Urbana y Áreas sin vegetación	40,669.88	10.58	41,821.65	10.88	41,958.24	10.92		
Agricultura y Vegetación Impactada	230,174.39	59.90	228,653.19	59.50	229,723.41	59.78		
Cuerpos de Agua	8,690.54	2.26	8,589.23	2.24	8,711.32	2.27		
Vegetación Densa	104,752.72	27.26	105,223.46	27.38	103,894.56	27.04		
Total	384,287.53	100	384,287.53	100	384,287.53	100		

Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales de los límites municipales, INEGI (2021).y Clasificación Supervisada.

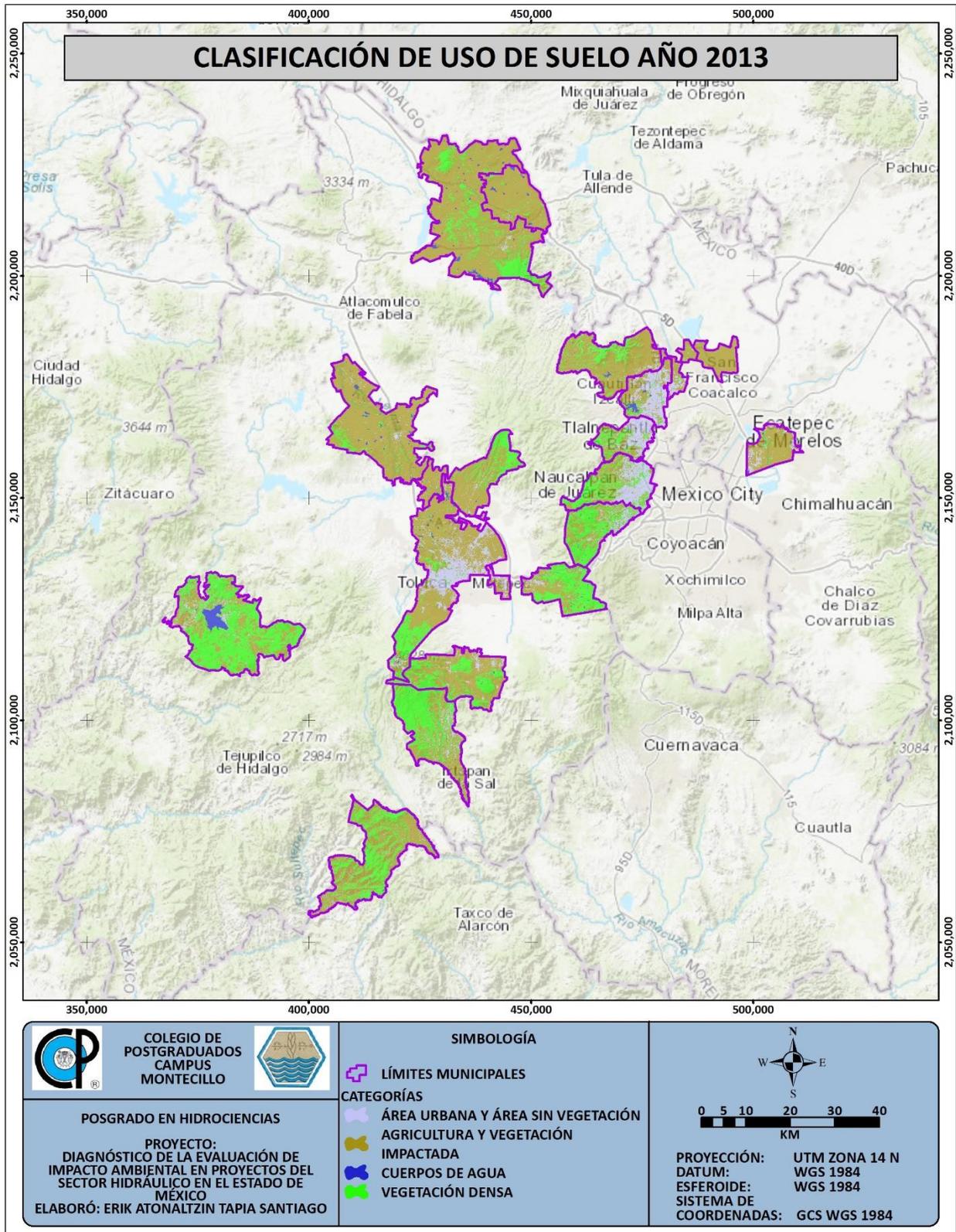


Figura 14. Mapa de la clasificación de uso de suelo del año 2013

Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales de los límites municipales, INEGI (2021).y Clasificación Supervisada.

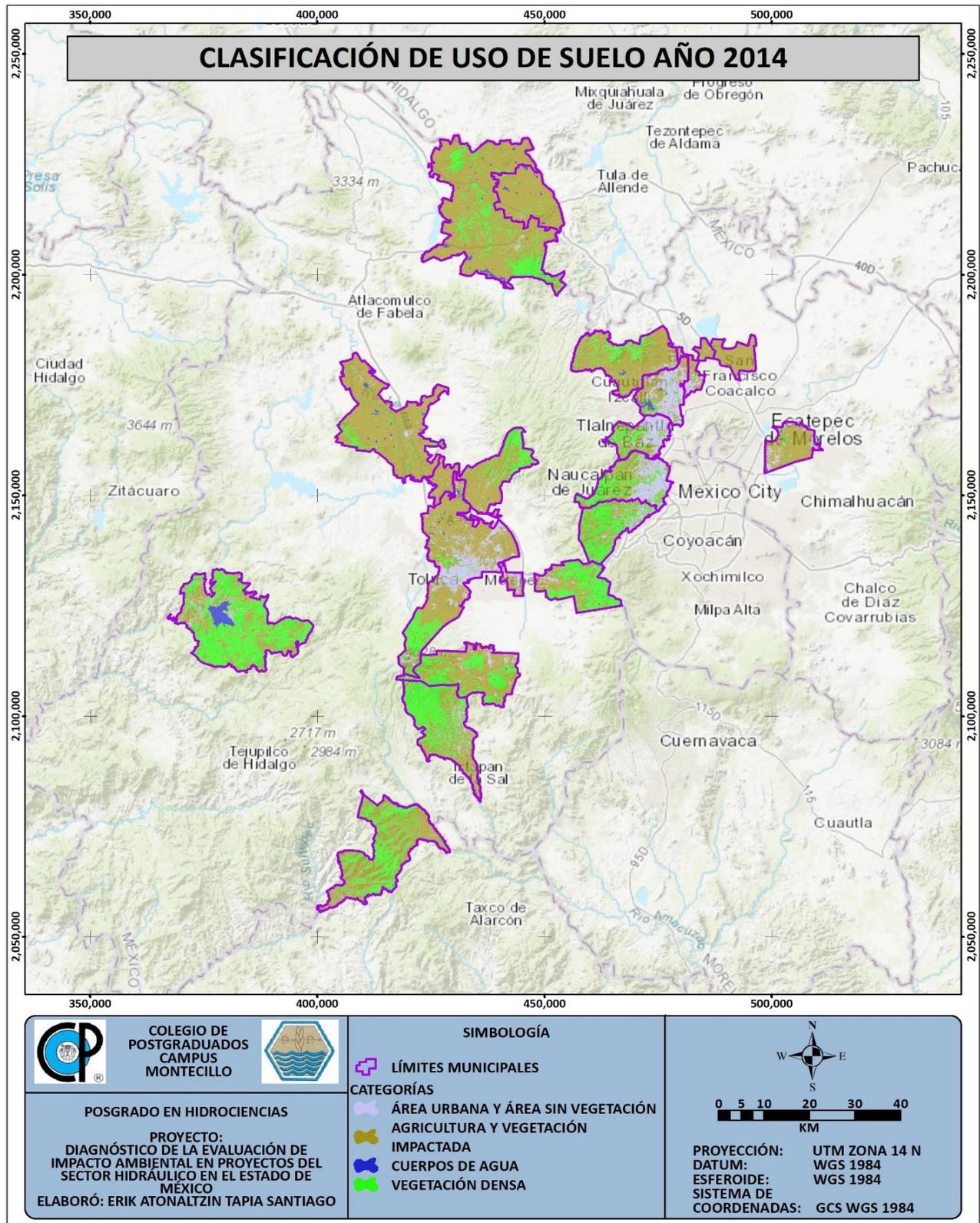


Figura 15. Mapa de la clasificación de uso de suelo del año 2014
Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales de los límites municipales, INEGI (2021).y Clasificación Supervisada.

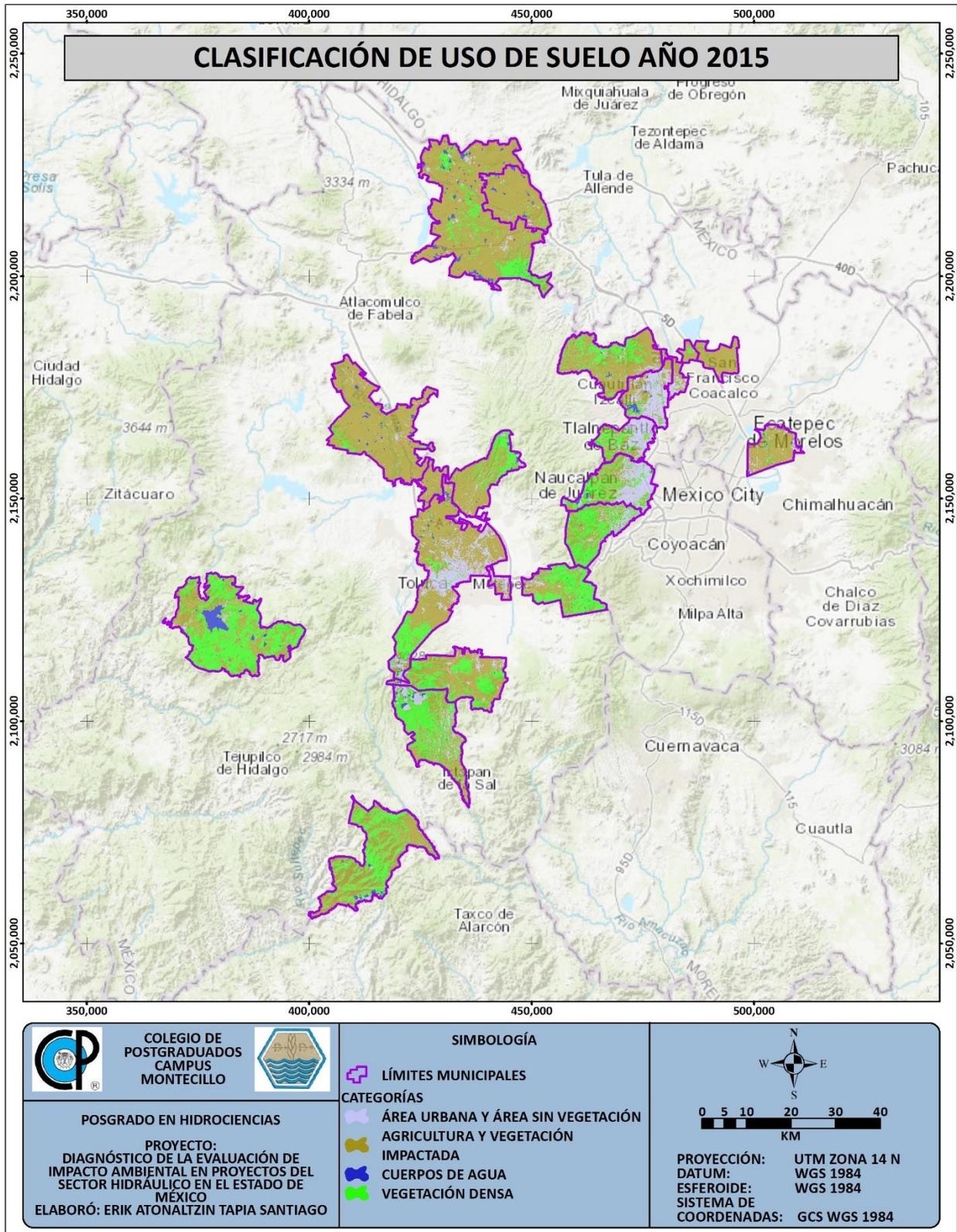


Figura 16. Mapa de la clasificación de uso de suelo del año 2015
Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales de los límites municipales, INEGI (2021) y Clasificación Supervisada.

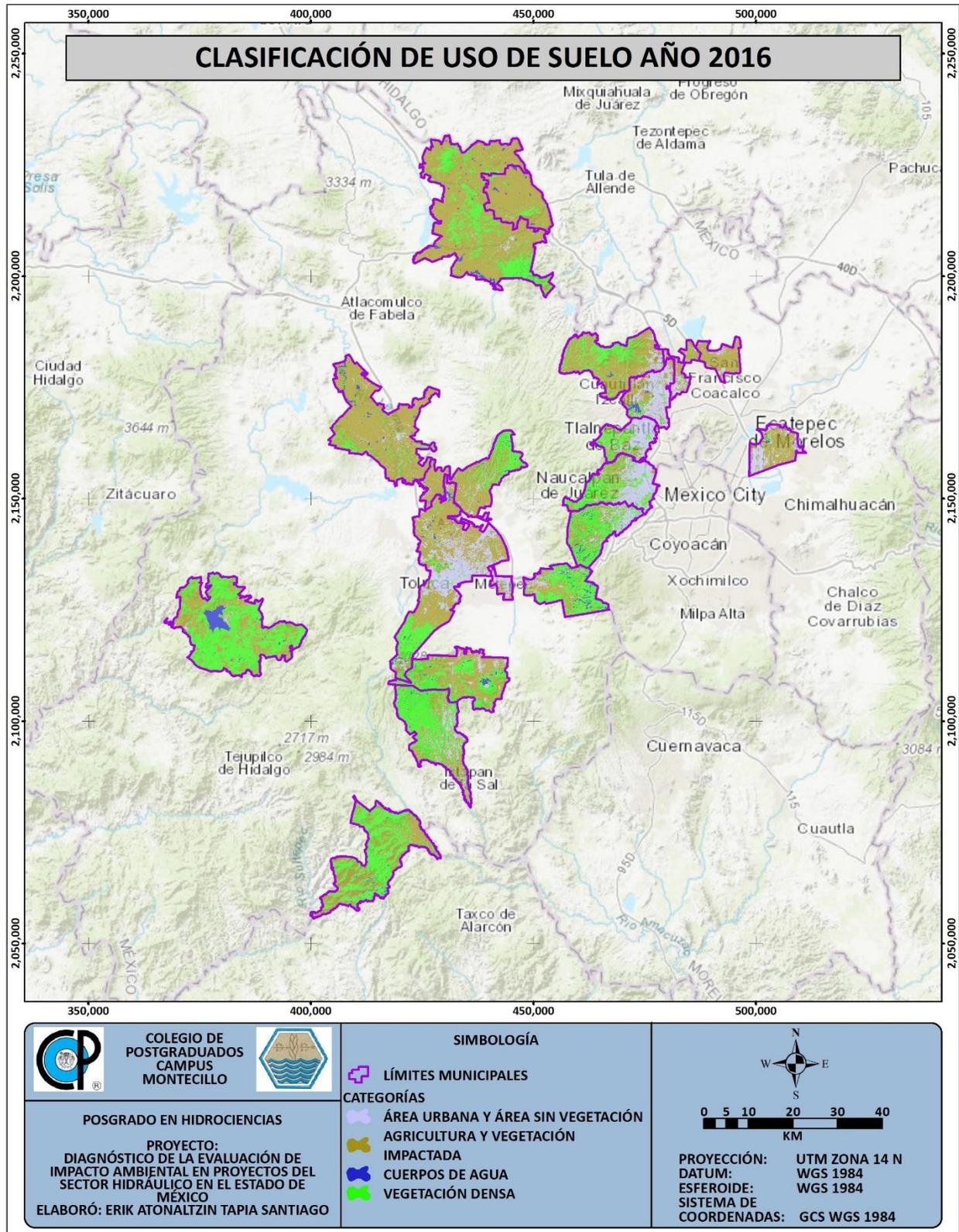


Figura 17. Mapa de la clasificación de uso de suelo del año 2016.
Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales de los límites municipales, INEGI (2021) y Clasificación Supervisada.

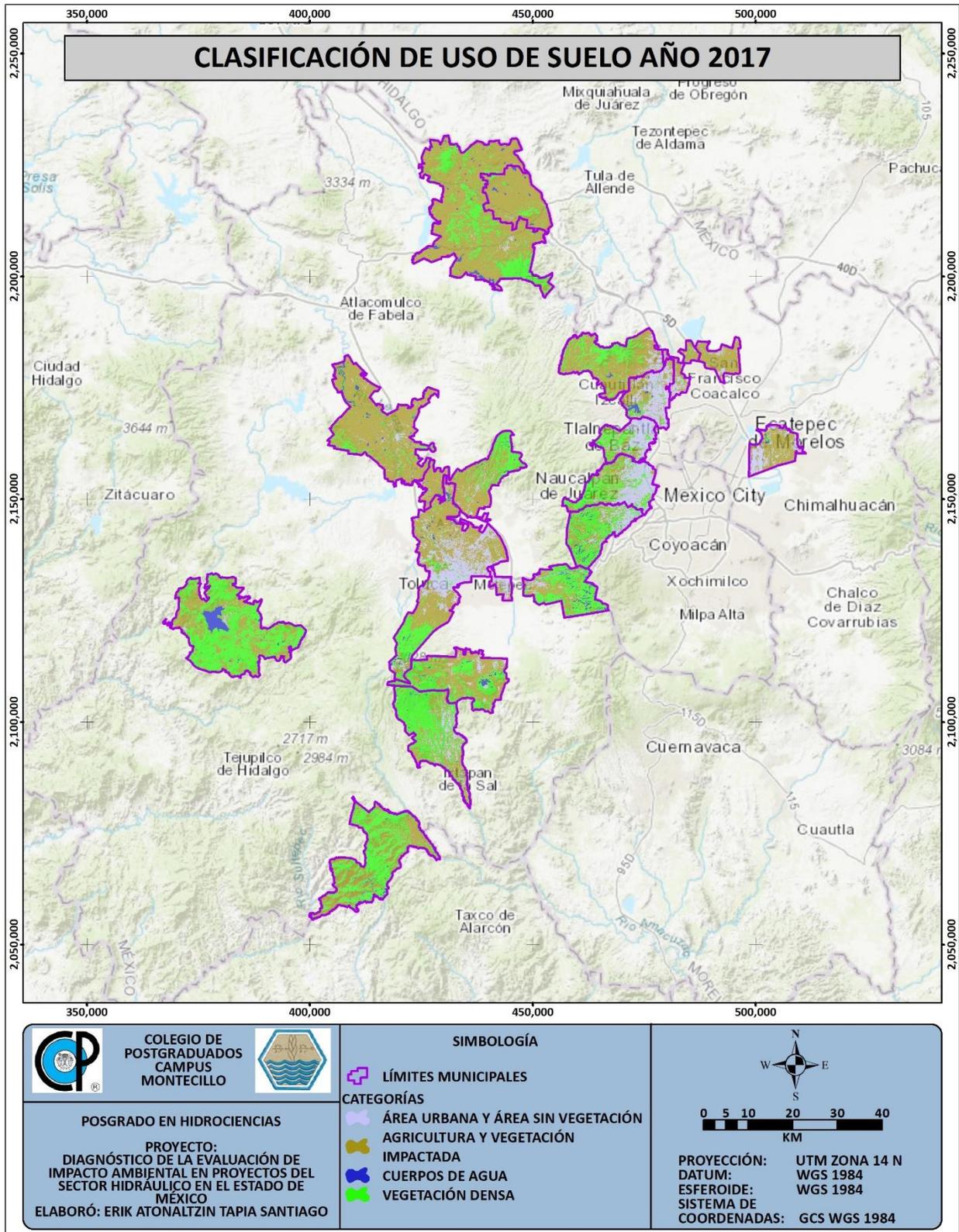


Figura 18. Mapa de la clasificación de uso de suelo del año 2017.
Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales de los límites municipales, INEGI (2021).y Clasificación Supervisada.

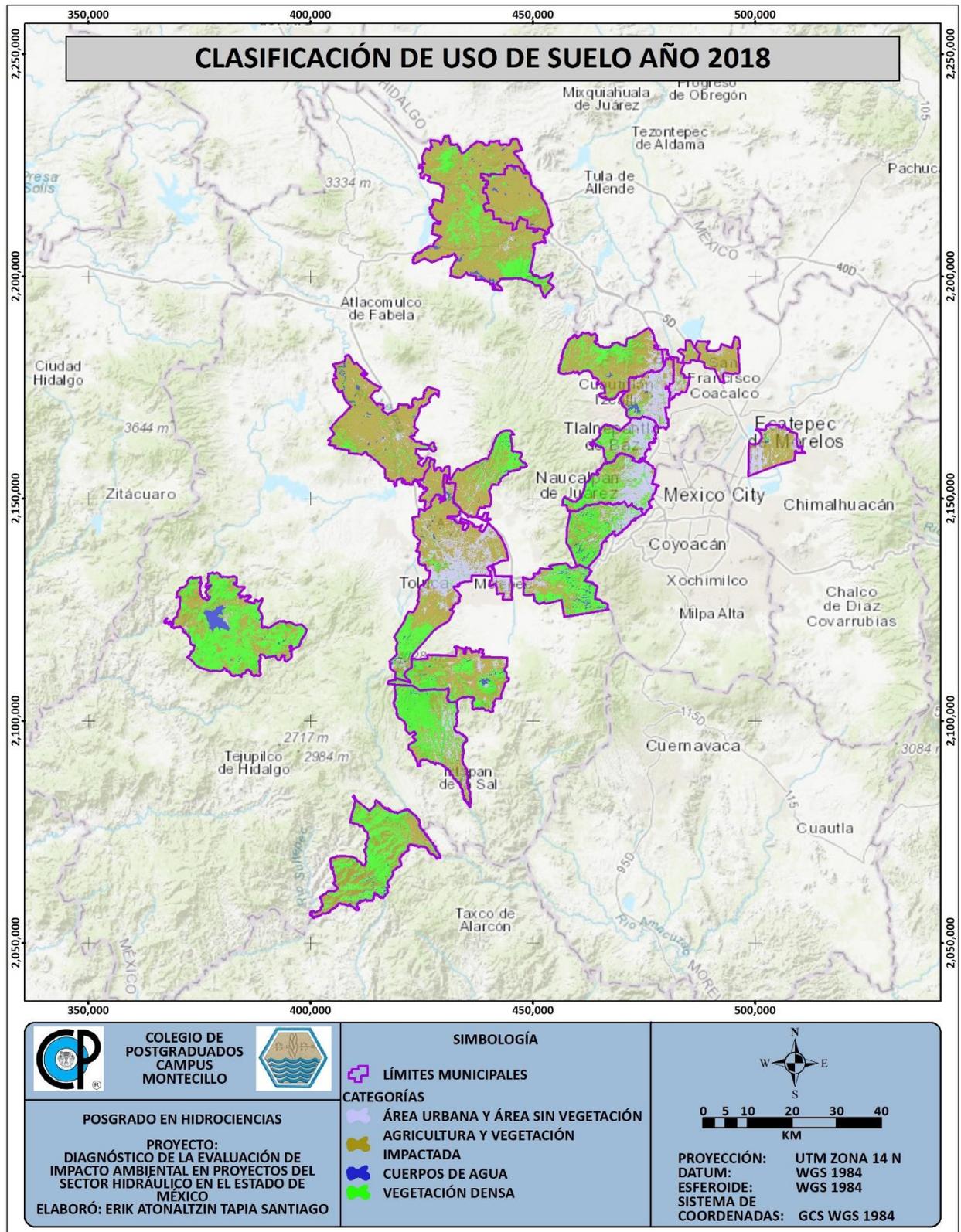


Figura 19. Mapa de la clasificación de uso de suelo del año 2018.
Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales de los límites municipales, INEGI (2021).y Clasificación Supervisada.

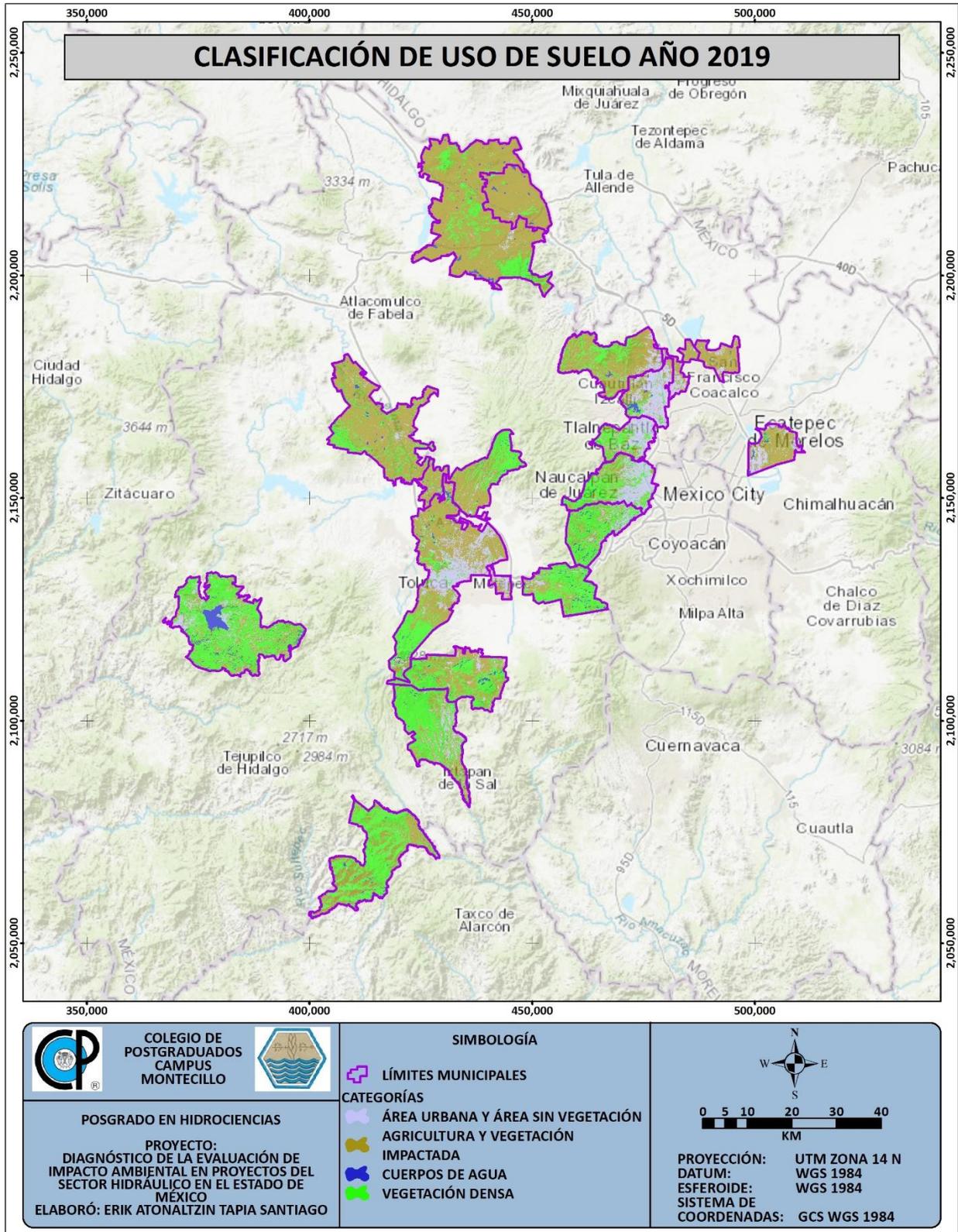


Figura 20. Mapa de la clasificación de uso de suelo del año 2019.

Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales de los límites municipales, INEGI (2021).y Clasificación Supervisada.

En las Figuras 21-24, se muestra el comportamiento de las categorías a través del periodo de estudio. En ellas podemos observar que las categorías “Área Urbana y Áreas sin Vegetación” y “Agricultura y Vegetación Impactada” tienen un crecimiento, mientras que la vegetación Densa tiene una disminución en su superficie. “Cuerpos de Agua” tiene un comportamiento casi constante.

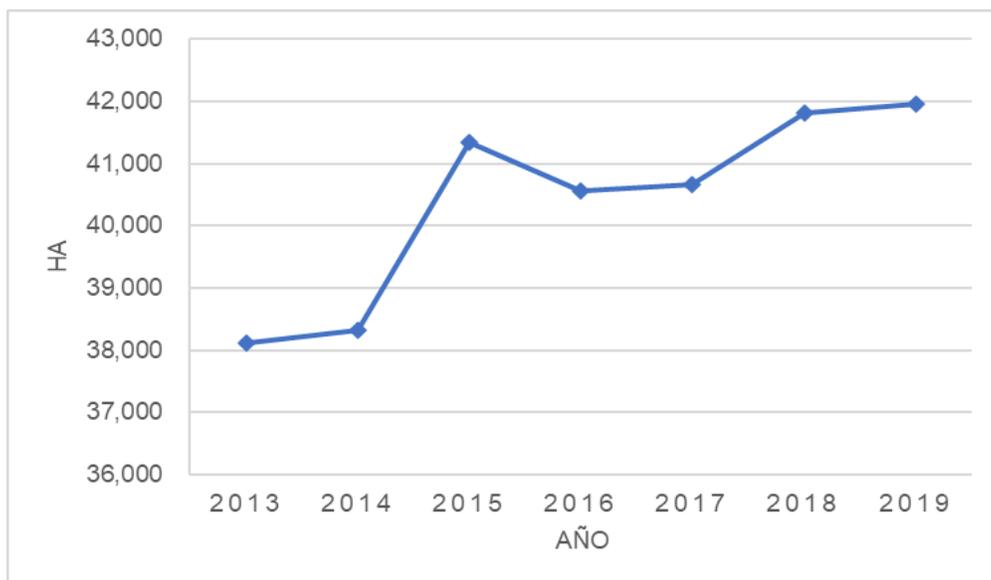


Figura 21. Cambios en la superficie del uso del suelo de 2013-2019 en la categoría de “áreas urbanas y áreas sin vegetación”

Fuente: Elaboración propia, con de la Clasificación Supervisada

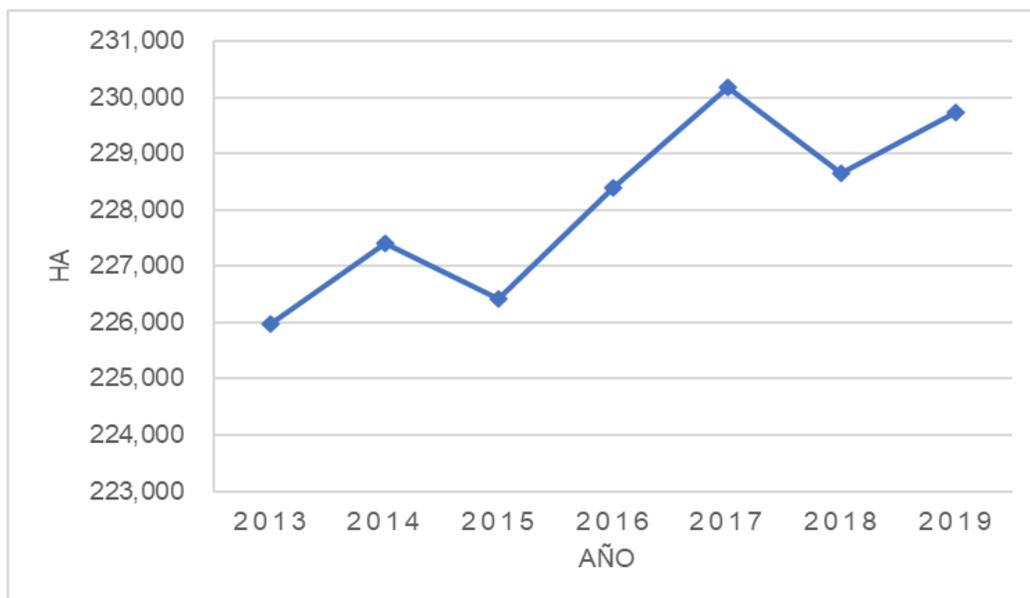


Figura 22. Cambios en la superficie del uso del suelo de 2013-2019 en la categoría de “Agricultura y Vegetación Impactada”

Fuente: Elaboración propia, con de la Clasificación Supervisada.

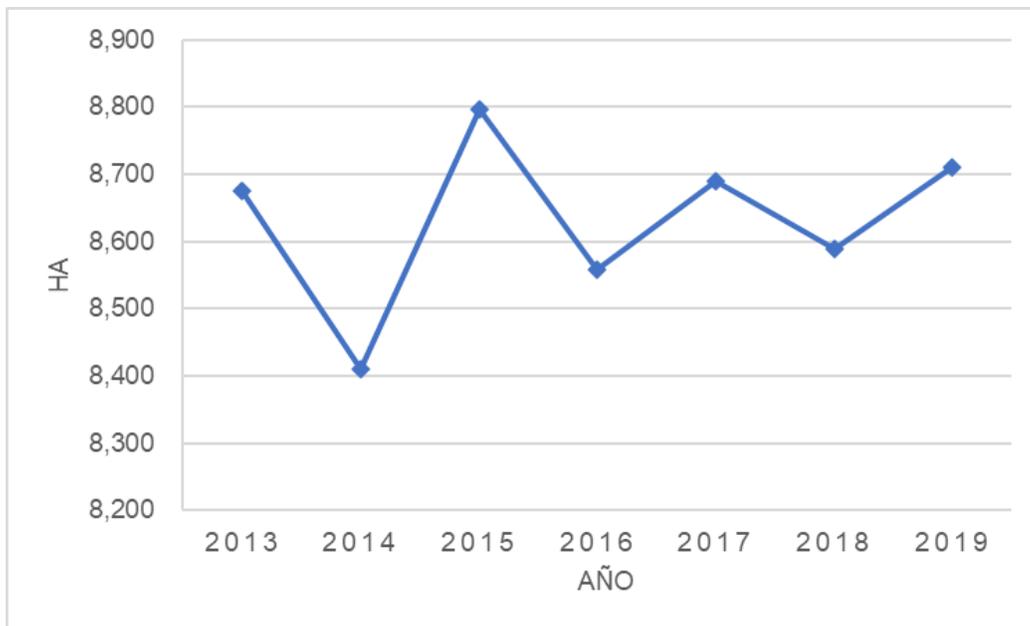


Figura 23. Cambios en la superficie del uso del suelo de 2013-2019 en la categoría de “cuerpos de agua”
Fuente: Elaboración propia, con de la Clasificación Supervisada

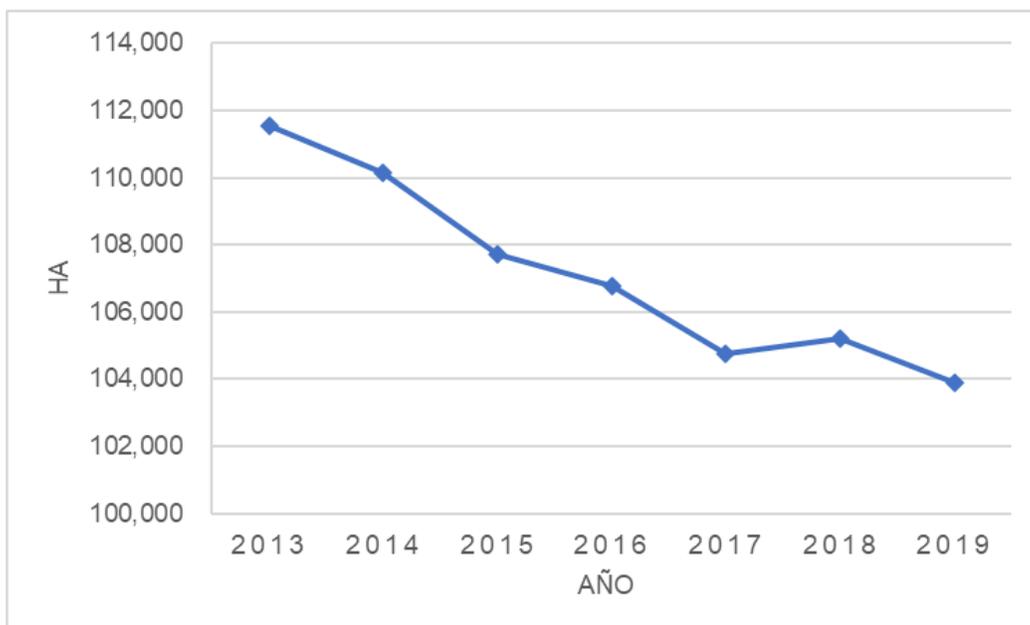


Figura 24. Cambios en la superficie del uso del suelo de 2013-2019 en la categoría de “vegetación densa”
Fuente: Elaboración propia, con de la Clasificación Supervisada

El aumento de la agricultura y la mancha urbana indica la dinámica que ocurre en los municipios, ya que la mayoría se encuentra en el Valle de Toluca y Valle de México, dos

zonas de alta importancia económica en el país (Pineda Jaimes, N. B. 2008, López Vázquez V. H, *et al.*, 2015)

5.3.8 Detección de Cambios

En el Cuadro 15 y la Figura 24, presentan los resultados los resultados de la implementación del modelo de detección de cambios de uso de suelo entre el periodo del análisis de las imágenes satelitales (2013-2019). Con el fin de entender el cambio de uso de suelo en los municipios donde se desarrollaron proyectos del sector Hidráulico que requirieron una Manifestación de Impacto Ambiental.

Se encontró que el 2.66% de las superficies analizadas de Vegetación Densa se perdió y paso a ser de la categoría de Agricultura y Vegetación Impactada. Esto va estrechamente relacionado con el incremento en la población de la zona, ya que el incremento de la población requiere mayor necesidad de satisfacer otras necesidades básicas, como la alimentación.

El cambio de uso de suelo de las Áreas Urbanas y Sin Vegetación sustituyendo a la categoría de Agricultura y Vegetación Impactada (1.20%) así como a la Vegetación Densa (0.22%) no sirve como un indicador del impacto ambiental ya que da paso a la pérdida total de la vegetación, para establecer centros urbanos, desarrollos industriales, etc.

Un punto importante a resaltar es que se aprecia que algunas áreas dentro de la categoría de área urbana y áreas sin vegetación son ocupadas o retomadas como para la agricultura o vegetación impactada, en otras palabras, una vegetación en regeneración, esto represento un 0.43% de la superficie total analizada.

Los cuerpos de agua no presentan una gran variación ni cambio, ya que como se ha mencionado anteriormente sus superficies dependen principalmente del régimen de lluvias de cada año.

Finalmente hay un incremento de la vegetación densa a partir de la categoría de Agricultura y Vegetación Impactada, este pequeño incremento que representa un 0.77% de la superficie analizada, se debe al implemento de programas de reforestación en algunos municipios que se ocuparon para el presente estudio.

Cuadro 15. Matriz de cambios entre los años 2013 y 2019.

AÑO 2019 AÑO 2013	Área urbana y áreas sin vegetación		Agricultura y vegetación impactada		Cuerpos de agua		Vegetación densa	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
Área urbana y áreas sin vegetación	36,476.23 ¹	9.49 ¹	1642.79	0.43	0	-	0	-
Agricultura y vegetación impactada	4628.37	1.20	217,865.43 ¹	56.69 ¹	508.32	0.13	2962.13	0.77
Cuerpos de agua	0	-	10.58	0.003	8,203.01 ¹	2.13 ¹	462.3	0.12
Vegetación densa	853.64	0.22	10204.61	2.66	0	-	100,470.13 ¹	26.14 ¹

¹: No se presentó un cambio

Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales de los límites municipales, INEGI (2021).y Clasificación Supervisada.

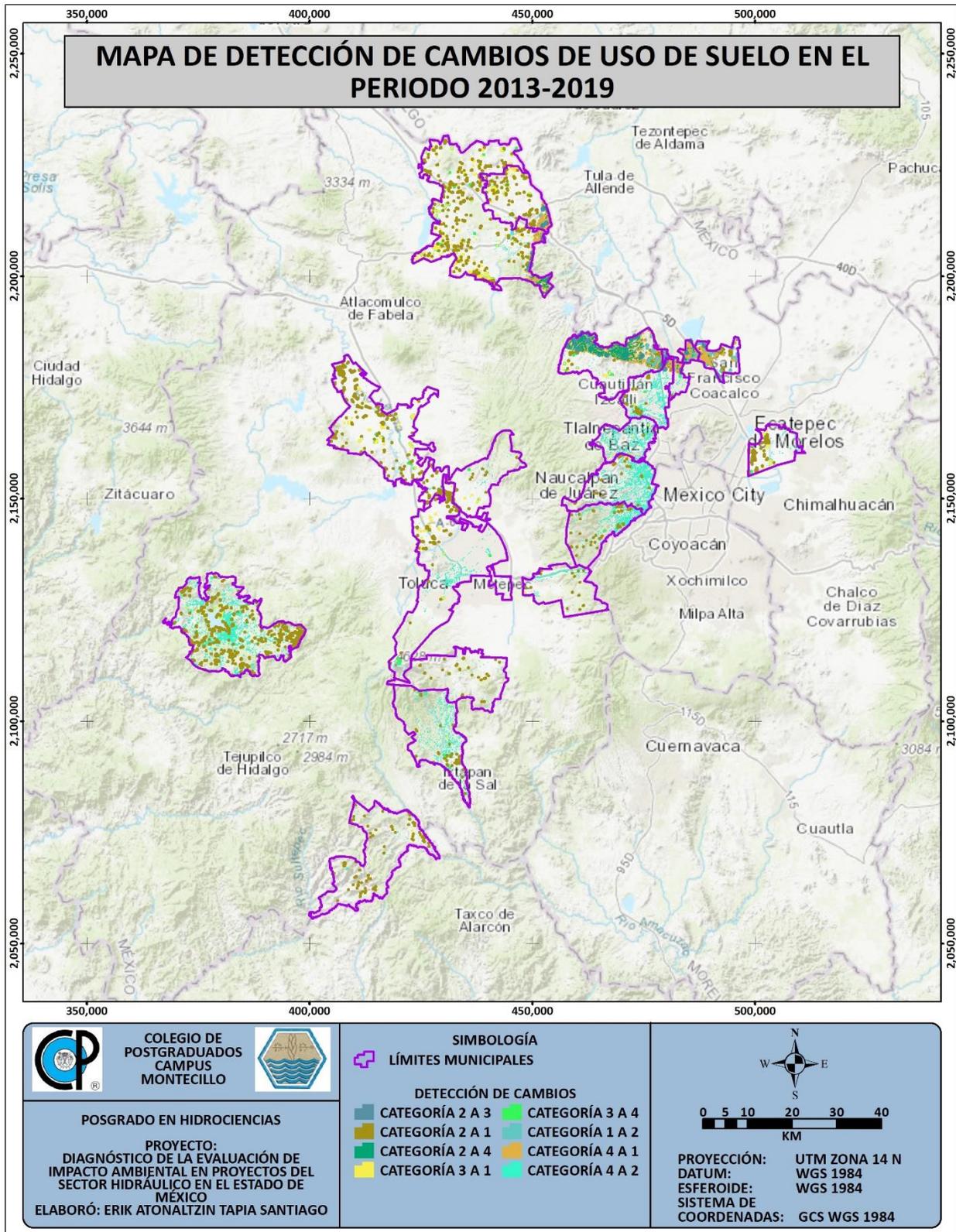


Figura 25 Mapa de detección de cambios del periodo 2013-2019
 Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales de los límites municipales, INEGI (2021).y Clasificación Supervisada.

5.3.9 Vinculación del cambio de uso de suelo con datos socioeconómicos donde se establecieron los proyectos

Un proyecto sostenible es aquel que permita la interacción entre la parte ambiental, económica y social de una forma armónica. Sin embargo, la integración de estas tres partes puede ser difícil, esto debido a que, en un gran número de estudios, la parte social y económica pasa a segundo plano. Es por esto que es indispensable evaluar la parte socioeconómica por la cercanía que existe entre las actividades productivas y el ambiente.

Las regiones donde se ubica la mayoría de los proyectos analizados, se caracterizan por su alta dinámica económica, en las Figuras 26-33 se representa la dinámica de las coberturas analizadas, el crecimiento poblacional y el PIB (Producto Interno Bruto) (IGCEM, 2013, 2014 ,2015, 2016, 2017, 2018a, 2018b, 2019a, 2019b)

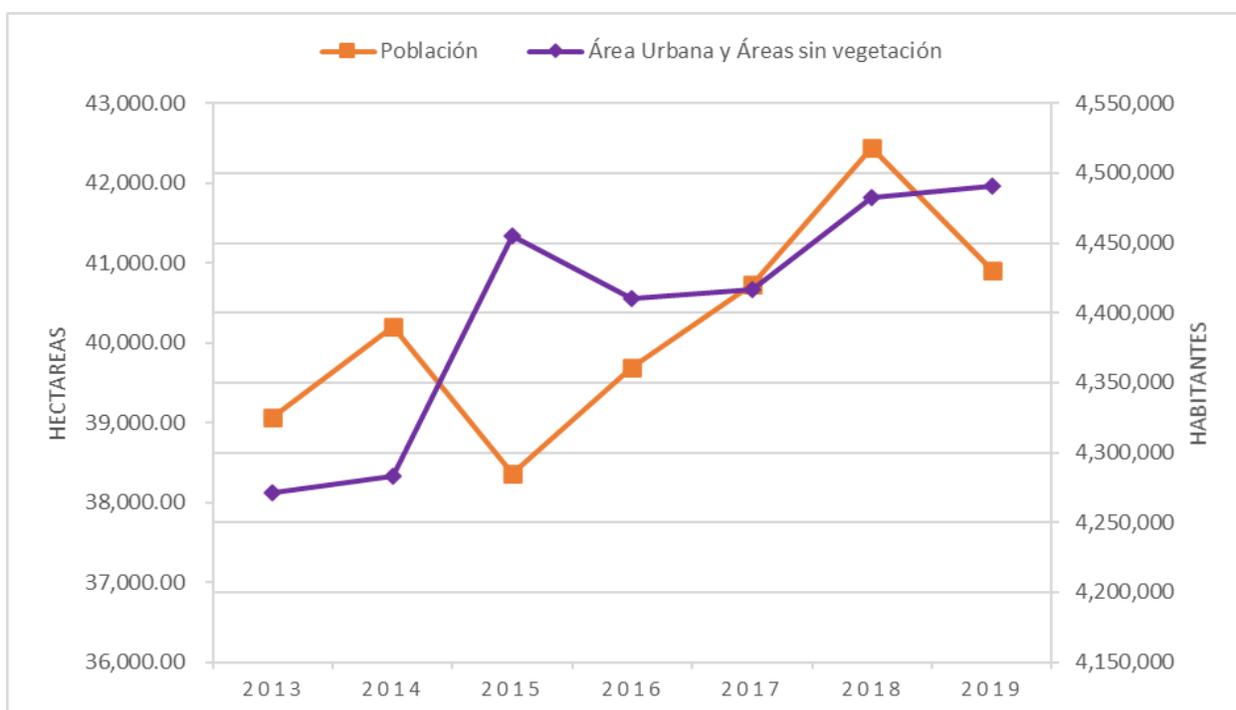


Figura 26 Comparación de la Categoría “Área Urbana y Áreas sin Vegetación” con la población de los municipios donde se ubicaron los proyectos hidráulicos que requirieron MIA’s.

Fuente: Elaboración propia con datos de la Clasificación Supervisada, INEGI (2020) e IGCEM (2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018a, 2018b, 2019a, 2019b).

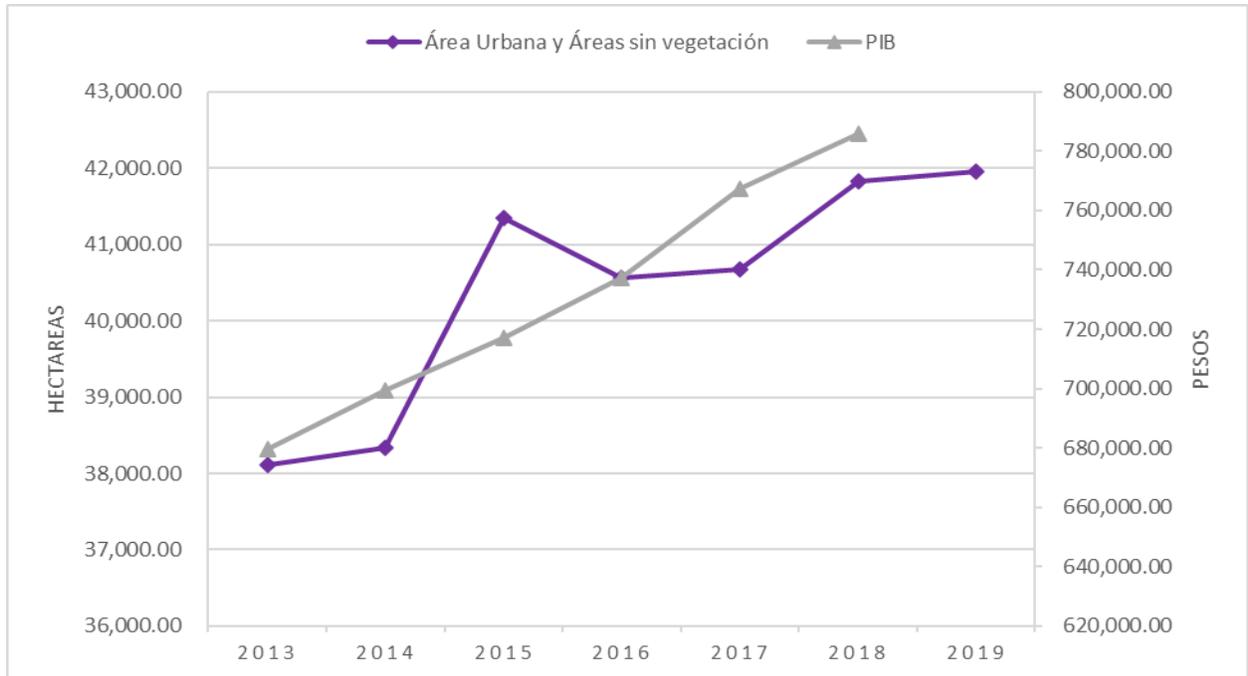


Figura 27 Comparación de la Categoría “Área Urbana y Áreas sin Vegetación” con el PIB de los municipios donde se ubican los proyectos hidráulicos que requirieron MIA’s.
Fuente: Elaboración propia con datos de la Clasificación Supervisada, INEGI (2020) e IGCEM (2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018a, 2018b, 2019a, 2019b).

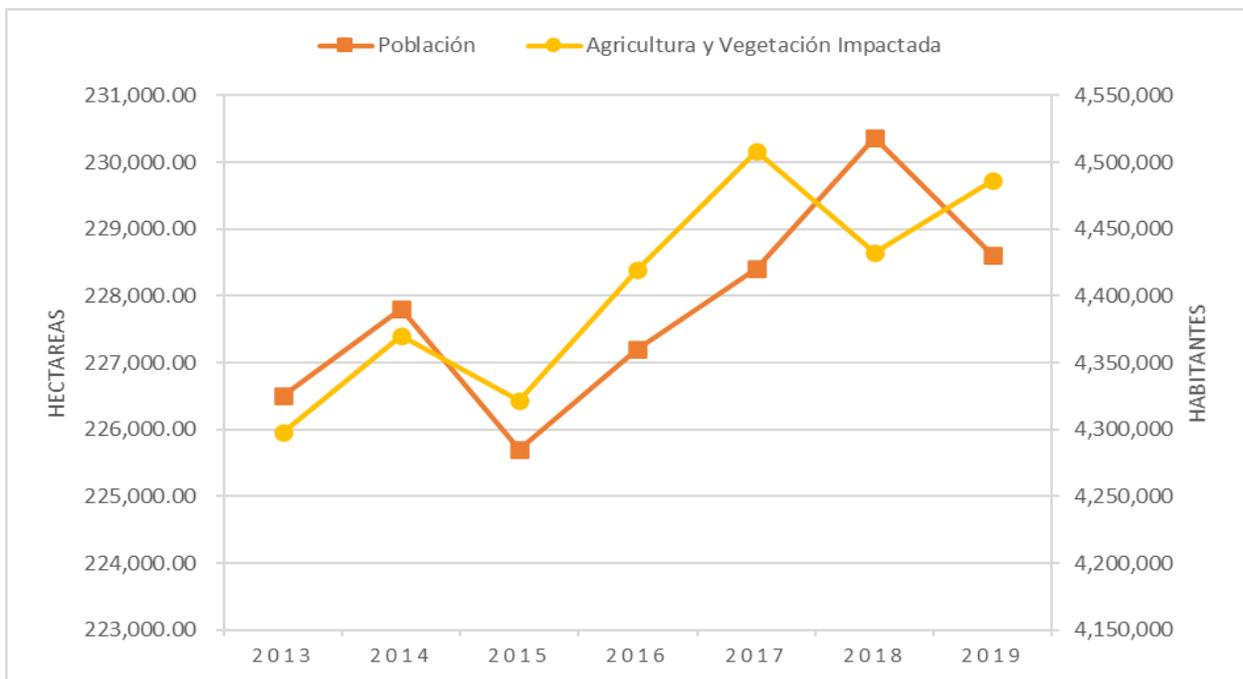


Figura 28 Comparación de la Categoría “Agricultura y Vegetación Impactada” con la población de los municipios donde se ubican los proyectos hidráulicos que requirieron MIA’s.
Fuente: Elaboración propia con datos de la Clasificación Supervisada, INEGI (2020) e IGCEM (2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018a, 2018b, 2019a, 2019b).

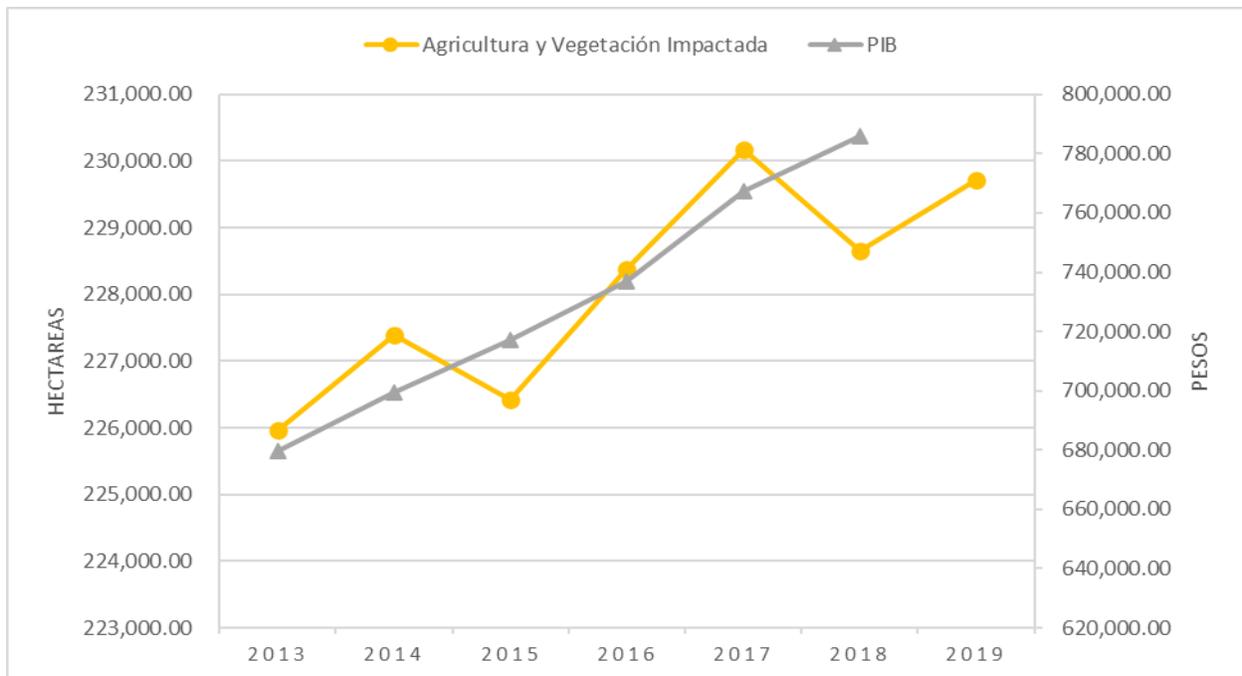


Figura 29 Comparación de la Categoría “Agricultura y Vegetación Impactada” con el PIB de los municipios donde se ubican los proyectos hidráulicos que requirieron MIA’s.
Fuente: Elaboración propia con datos de la Clasificación Supervisada, INEGI (2020) e IGECM (2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018a, 2018b, 2019a, 2019b).

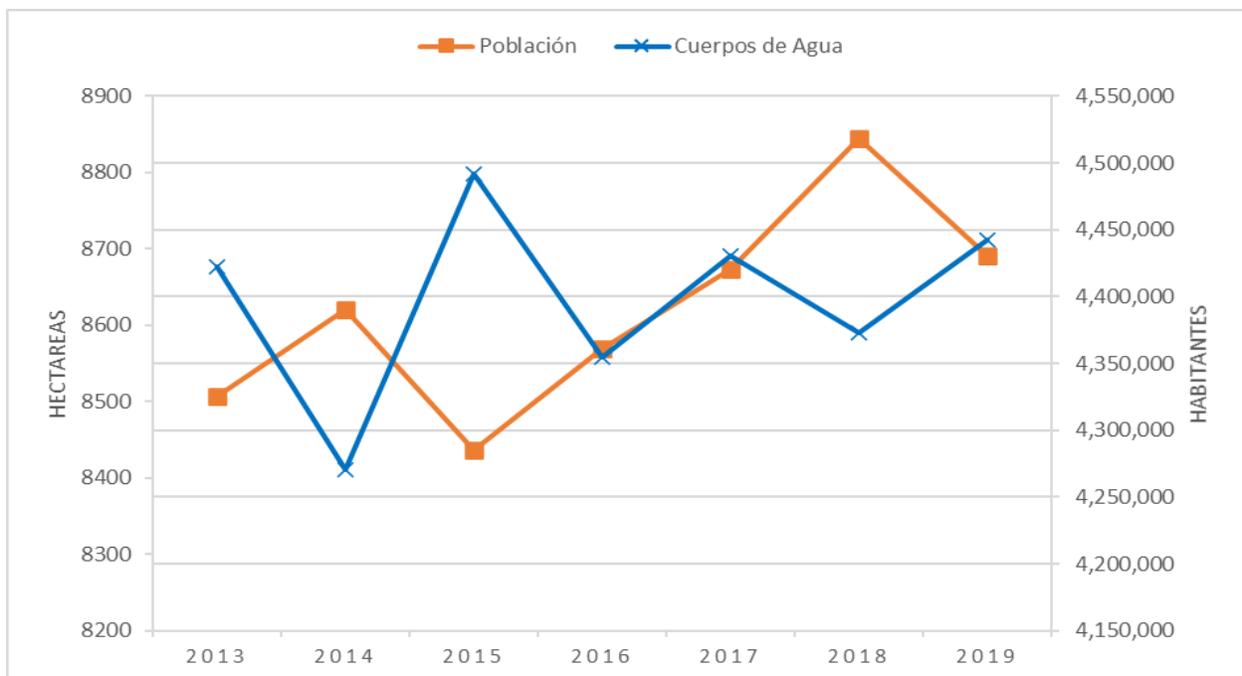


Figura 30 Comparación de la Categoría “Cuerpos de Agua” con la población de los municipios donde se ubican los proyectos hidráulicos que requirieron MIA’s.
Fuente: Elaboración propia con datos de la Clasificación Supervisada, INEGI (2020) e IGECM (2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018a, 2018b, 2019a, 2019b).

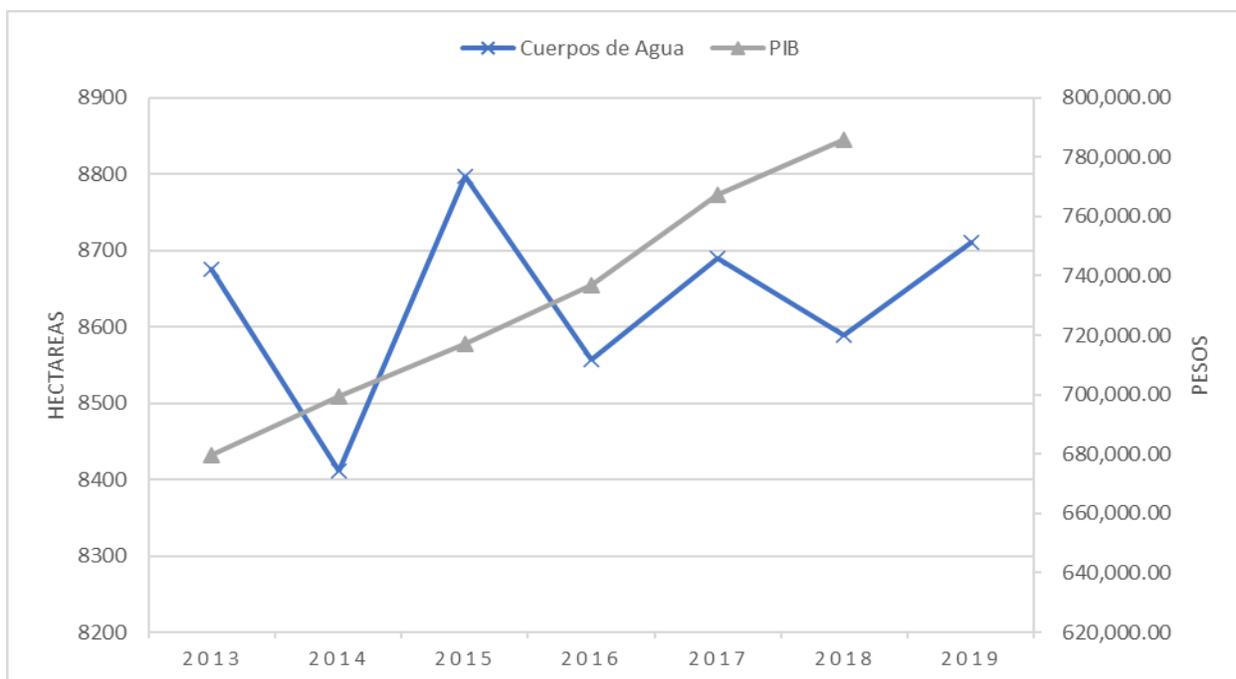


Figura 31 Comparación de la Categoría “Cuerpos de Agua” con el PIB de los municipios donde se ubican los proyectos hidráulicos que requirieron MIA’s.
Fuente: Elaboración propia con datos de la Clasificación Supervisada, INEGI (2020) e IGECM (2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018a, 2018b, 2019a, 2019b).

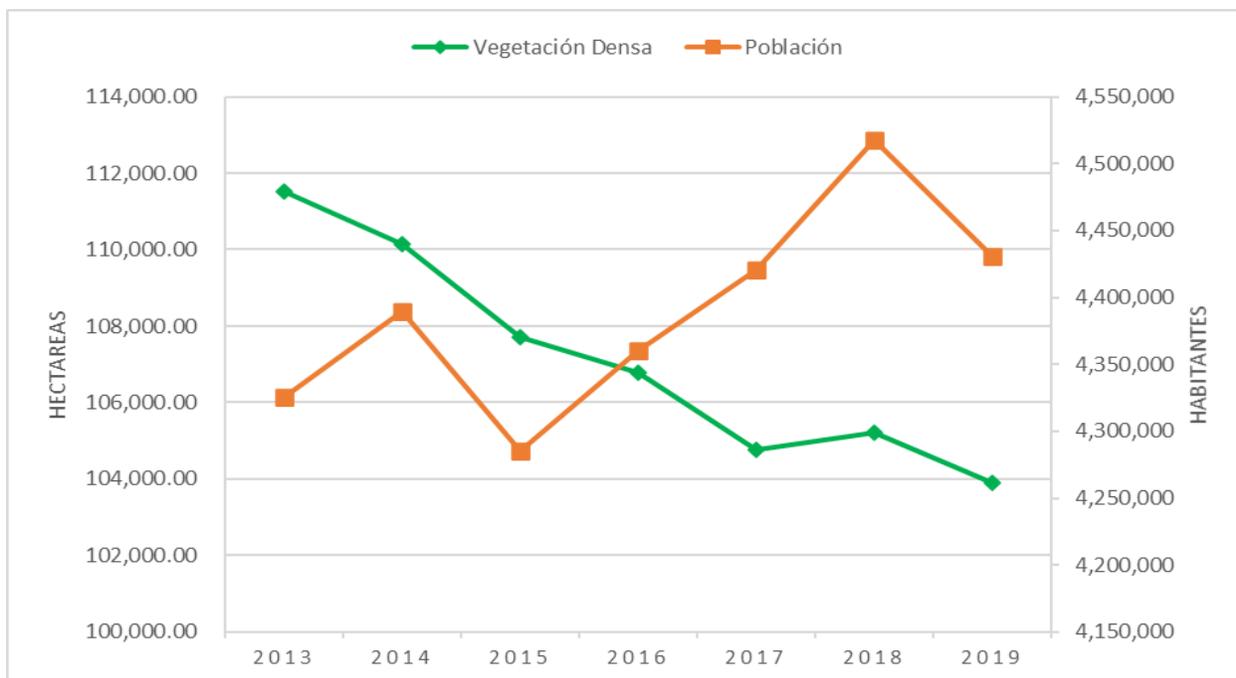


Figura 32 Comparación de la Categoría “Vegetación Densa” con la población de los municipios donde se ubican los proyectos hidráulicos que requirieron MIA’s.
Fuente: Elaboración propia con datos de la Clasificación Supervisada, INEGI (2020) e IGECM (2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018a, 2018b, 2019a, 2019b).

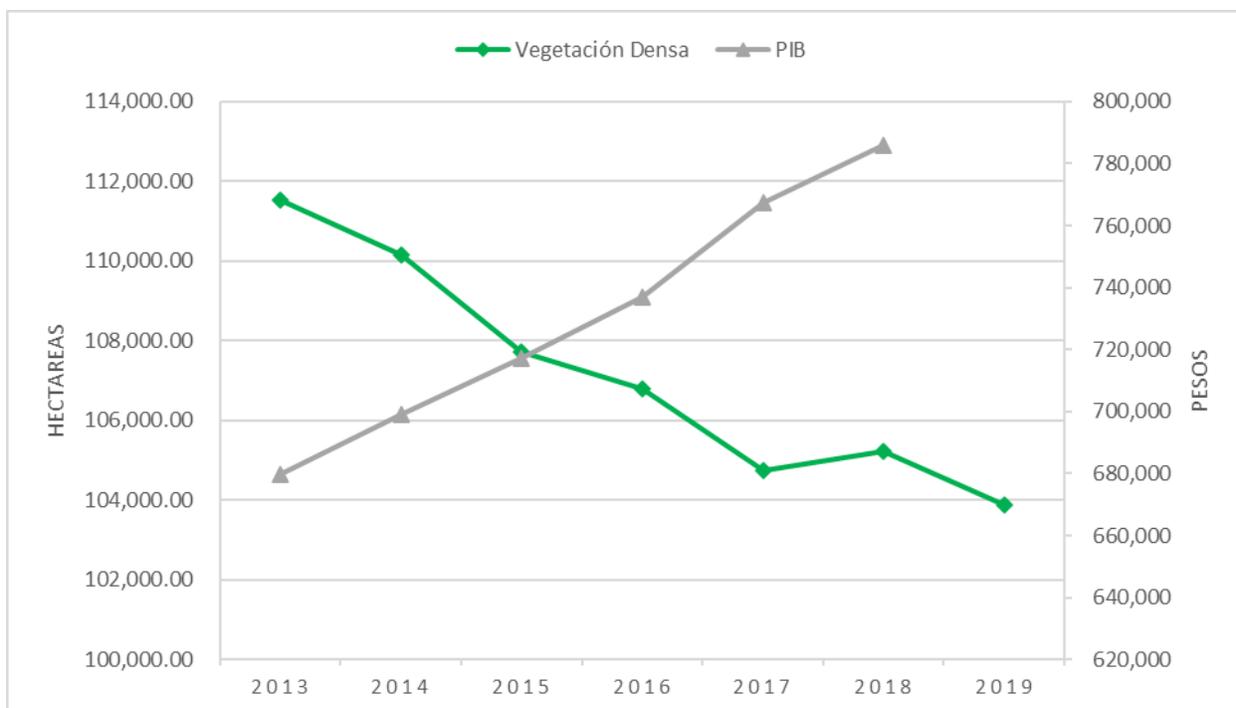


Figura 33 Comparación de la Categoría “Vegetación Densa” con el PIB de los municipios donde se ubican los proyectos hidráulicos que requirieron MIA’s.

Fuente: Elaboración propia con datos de la Clasificación Supervisada, INEGI (2020) e IGECM (2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018a, 2018b, 2019a, 2019b).

En las Figuras 26 y 27, se observa que conforme se incrementa la población el área urbana y áreas sin vegetación tiende a incrementarse, esto se debe principalmente a la nueva demanda de espacios para que las personas puedan habitar, de la misma manera en medida que se incrementa el PIB el área urbana y áreas sin vegetación se incrementan, esto va estrechamente relacionado con el punto anterior ya que al incrementarse la población hay más mano de obra, así como también más espacios para el establecimiento de actividades industriales.

Este mismo comportamiento lo podemos notar en la categoría de Agricultura y Vegetación Impactada, ya que al haber un incremento de población este requiere una mayor cantidad de alimentos por lo tanto áreas para cultivar dichos alimentos, esto igual propicia el incremento de áreas donde se presente vegetación impactada por cuestiones antropogénicas.

Debido al comportamiento de las superficies cubiertas por agua, no se observa gran cambio al momento de incrementar la población, sin embargo, es de suma importancia no perder de vista esto, ya que al momento de incrementar la población aumenta la demanda del vital líquido. Además de falta otro factor importante del agua, que es la calidad.

Finalmente, en las Figuras 32 y 33 al momento de incrementar la población la vegetación densa tiene una disminución muy importante, este mismo comportamiento se puede notar al momento de incrementar el PIB, lo que no indica que el crecimiento demográfico y económico impacta negativamente en la vegetación de los municipios donde se desarrollaron proyectos hidráulicos que requirieron MIA. Lo anterior ayuda a establecer medidas más regidas al momento de evaluar algún proyecto, así como las medidas de mitigación para evitar una deforestación a mayor escala.

5.4 Discusión

5.4.1 Proyectos Hidráulicos en el Estado de México

Alrededor del 10% de los proyectos que se ingresaron a SEMARNAT entre los años 2014 y 2019 corresponden al sector hidráulico, sin embargo, se ubica en el tercer lugar a nivel estatal, ya que los otros dos sectores abarcan un 60% total de los proyectos ingresados, esto pone en evidencia la importancia de este sector en el desarrollo económico del Estado de México.

Realizando un análisis por modalidad de MIA en el sector hidráulico, solo se ingresó un proyecto en modalidad regional, esto indica en primera instancia que este sector se enfoca principalmente en desarrollar proyectos en menor escala, por ejemplo, infraestructura de agua potables y alcantarillado o desarrollos urbanos que afectaran causas de dimensiones menores.

Como se puede observar en la figura donde se ubican las MIA'S del sector hidráulico en el Estado de México, resalta que la mayoría de los proyectos se ubican en las áreas metropolitanas de la Ciudad de México y del Valle de Toluca, indica el prioritario apoyo en estas zonas de importancia.

Ya que esta zona consta de una alta concentración de población, pero a su vez se considera de baja productividad, y se ve como una gran oportunidad de crecimiento económico y desarrollo poblacional. Esto se debe a que en conjunción con la zona Norte del estado ocupan más del 70% de la fuerza laboral. Por lo que se puede inferir que se continúan aplicando políticas, programas y acciones gubernamentales, para lograr un desarrollo equilibrado en la entidad (PDEM, 2017-2023).

5.4.2 Valoración de las Manifestaciones de Impacto Ambiental

En este punto se describe los principales puntos tanto negativos como positivos a resaltar de los proyecto analizados.

5.4.2.1 Calidad de las manifestaciones de impacto ambiental

Como se observó y describió en la sección de resultados, las MIA's presentan muchas fallas y deficiencias en su elaboración, lo que quiere decir que este problema no sólo se presenta en el Estado de México, sino también a nivel Nacional e Internacional. Diversos autores han hecho análisis al respecto del tema y han hecho críticas a tal situación; Boege, Bojórquez-Tapia, *et al* (2012), Ezcurra (1995), Lara González (2013) y Córdova Tapia y Bojórquez-Tapia (2013), hablan sobre los problemas que se presenta en México con relación a la información presentada en las MIA's ya que en la mayoría de las ocasiones es inventada. Astorga-Gättgens (2016) a nivel Centroamérica y específicamente en Costa Rica habla que existen serios problemas de aplicación de los procedimientos e instrumentos técnicos vigentes, tanto por parte de los consultores ambientales como de las instancias gubernamentales, Gómez Orea (2002) hace lo propio en España, mientras que Warnken y Buckley (1998) denuncian la problemática en los Estudios de impacto Ambiental para Australia.

5.4.2.2 Valoración de los proyectos por parte de SEMARNAT

El presente trabajo se realizó con base en el análisis y estudio de la MIA's sometidas y aprobadas ante SEMARNAT con el fin de desarrollar proyectos del sector hidráulico. Sin embargo, se empezará comentando que el número de manifestaciones que son recibidas por la Secretaría es grande y que en varias ocasiones y debido a la famosa burocracia el tiempo que se tiene para analizar a cada una de estas es muy poco. Hablando concretamente en el periodo de 5 años que se tomó para el presente estudio se

ingresaron ante SEMARNAT 223 Manifestaciones de Impacto Ambiental para ser evaluadas por su personal técnico; en promedio, y dependiendo de la cantidad de información adicional solicitada, así como de la solicitud de prórrogas, se puede estimar que el tiempo que tarda la Secretaría en emitir una respuesta es de 3 a 4 meses a cierto proyecto desde el momento que fue ingresado. Astorga-Gättgens (2016) menciona que el proceso de evolución resulta defectuoso y tedioso no por los instrumentos evaluación si no por los “operadores” ya que el problema radica en la ineficiencia de los consultores ambientales y los responsables de la revisión. Ortiz Alcaraz (2006), comenta que aunado a esto se tiene presión adicional de grupos ecologistas en algunos proyectos muy específicos, por lo que propone dos estrategias que deben considerarse:

- a) Consulta pública efectiva: Elaborando un directorio de instituciones del ámbito público y privado con el fin de informarles de manera oportuna la existencia de una MIA que sea de disponibilidad pública.
- b) Dictámenes objetivos: Abrir la posibilidad de contar con dictaminadores externos a la SEMARNAT, esto con responsabilidad legal, los cuales pueden ser propuestos por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Sistema Nacional de Investigadores, etc. Ya que como se menciona en las guías de elaboración de la MIA que debe ser un grupo multidisciplinario esto también debería ser considerado para su evaluación.

5.4.2.3 Responsable de los estudios de impacto ambiental

Como se establece en la LGEEPA (1997), cualquier persona puede participar y elaborar una Manifestación de Impacto Ambiental, es por ello que algunos casos se puede observar registros de estudios realizados por consultorías fuera del Estado. En algunas MIA´s encontramos la mención a visitas al sitio donde se ubicaría el proyecto, sin embargo, una vez analizando los documentos se puede aseverar que las consultorías que se presentaban en lugares más alejados del sitio del proyecto eran muy deficientes en la descripción del sistema ambiental, adicional a esta problemática se observó que algunas MIA´s que compartían responsable técnico era “una fotocopia” de proyectos

presentados con anterioridad. Es muy importante también resaltar que ninguna institución o centro de investigación Federal o Estatal fue requerida para la realización de alguna MIA, a pesar de contar con instituciones que han desarrollado proyectos ambientales en otras oportunidades tales como Colegio de Posgraduados Campus Montecillo, Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), etc.

Por otra parte, y considerando lo imprescindible retomar inmediatamente en material legal, la posibilidad de una sanción para el técnico, consultoría, etc., responsable cuando se presenten datos fraudulentos. Con base en experiencia profesional hay consultorías poco escrupulosas que son capaces de presentar datos apócrifos con tal de cumplir en tiempo y forma, bajar costos de muestreos y toma de otros datos, con la finalidad de satisfacer las demandas del cliente que lo contrato.

Respecto a los profesionistas que realizan las manifestaciones impacto ambiental, y retomando lo manejado en apartados anteriores, es necesario contar con un equipo multidisciplinario, porque es común encontrarse con proyectos muy marcados en cuestión de qué tipo de formación tiene quien las elaboró. A manera de ejemplo se pudo observar cuando un ingeniero civil o arquitecto elabora el documento ya que cargan más información en el apartado de descripción de obras y cálculos de las mismas. Mientras que los elaborados por Biólogos, Ingeniero Forestales, etc., se enfocan más en las descripciones del medio biótico y abiótico.

Un punto que puede causar controversia referente al presente apartado, es la participación en “actos de corrupción”, “moches”, etc., de las personas que elaboran las manifestaciones de impacto ambiental hacia los responsables de evaluarlas, para que los proyectos que ellos ingresan tengan una “agilización de trámite” lo que lleva a la baja calidad de elaboración ya que las MIA’s estarán prácticamente aprobadas (Lara González, 2013)

5.4.2.4 Guías sectoriales para la elaboración de las manifestaciones de impacto ambiental

La presencia de las Guías sectoriales para la elaboración de la Manifestaciones de Impacto Ambiental representa una ventaja al momento de integrar la información en el documento, y supone cierta igualdad de condiciones para su evaluación, esto claro dependiendo del tipo de proyecto. Sin embargo, estas guías no son de uso obligatorio por parte del responsable técnico, ya que la LGEEPA (1997) en el artículo 30, menciona lo siguiente:

“Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente”

Por lo que de manera muy general define el contenido de una MIA. No obstante, deberían de ser obligatorias, ya que con este se asegura que la persona encargada de la elaboración investigó o indagó un poco en cuestiones ambientales, o compensar la falta de información, por ejemplo, en algunos proyectos analizados hay una grave falta de información principalmente en los apartados de Vinculación con Ordenamientos Jurídicos, la Delimitación clara del Sistema Ambiental y Descripción del Sistema Ambiental (biótico, abiótico y socioeconómico), principalmente porque como se mencionó anteriormente no están obligados a cumplir con estos puntos, pero representa un sesgo de información del ambiente. Así mismo en estas guías se estipulan criterios y un valor cuantitativo cuando se cumple algún punto listado, mismo que puede ser usado para rechazar o aprobar un proyecto.

5.4.2.5 Metodologías de campo

Debido a la naturaleza de los proyectos y los sitios donde se desarrollarán los mismos ya se encuentran totalmente impactados desde antes de comenzar el proyecto, que solo con un simple recorrido en el lugar es posible determinar el estado ambiental actual del predio, es de vital importancia hacerlo siguiendo alguna metodología clara por más sencilla que esta sea, da una veracidad en la toma de datos. Ya que un 50% de los casos analizados no se siguió una metodología bien establecida, resultando pobre la descripción del sistema ambiental y el análisis de especies presentes o posiblemente presentes. Fraser, *et al* (2003) nos menciona que la falta de una metodología científica al momento de tomar datos en estudios de campo producía resaltados incompletos en la elaboración de estudios de impacto ambiental, y por lo tanto ocasionaban un daño al ambiente.

Actualmente existen diversas técnicas de campo sencillo, pero con bastante respaldo científico que además son de bajo costo y tiempo, que pueden ser aplicadas en los proyectos de menor escala, para que arrojaran resultados objetivos en lugar de inventarlos.

5.4.2.6 Metodologías para la identificación y valoración de los impactos ambientales

Este apartado también se encuentra presente en el capítulo 3, pero solo se describieron de manera muy técnica y sin adaptación al medio del sector hidráulico. Por lo que surge el tema a discutir que es cual metodología es más adecuada para la identificación de impactos en un proyecto.

Para poder seleccionar alguna metodología según el problema a abordar, debe tomarse en cuenta ciertos factores que determinarían el éxito, y que arrojen resultados confiables. Wood (1995) menciona los siguientes criterios que se consideran importantes para la selección de una metodología:

- 1) Características esenciales: La metodología debe abarcar todas las alternativas significantes, criterios y puntos de vista disponibles, debe reunir características de amplitud. Además, debe reunir las características necesarias para el entendimiento del sistema socioeconómico. Sin esta aproximación, las decisiones al respecto no son intelectualmente aceptables.
- 2) Aplicabilidad: La metodología debe ser lo más simple y fácil de aprender y aplicar en el grupo de trabajo, presupuesto y tiempo disponibles.
- 3) Criterios explícitos: La metodología debe incluir un apartado específico para explicar los criterios relevantes sistemáticamente ordenados para visualizar la importancia relativa y jerarquías.
- 4) Cuantificación de impactos: La metodología debe contener una técnica que provea la cuantificación de impactos ocasionados por cierta actividad.
- 5) Dificultad: La dificultad para proveer los datos necesarios para la alimentación de la metodología, es un criterio clave para el éxito de su aplicación. Existen técnicas potencialmente excelentes para el problema específico pero que tienen problemas en su aplicación debido a la dificultad de proveer los datos necesarios para su aplicación.
- 6) Evaluación cualitativa: La metodología debe proporcionar un criterio explícito en la determinación de impactos y su evaluación cualitativa.
- 7) Identificación de impactos: La metodología debe incluir técnicas que permitan la identificación clara de los impactos esperados, así como del medio afectado.
- 8) Interacciones causa-efecto; Para la elección de la metodología, ésta debe considerar las relaciones causa-efecto entre el sistema impactante y el impactado.
- 9) Manejo de incertidumbre: La metodología, debe proporcionar una herramienta para evaluar la incertidumbre asociada con la información requerida para su aplicación y la disponible.
- 10) Medición: Varios criterios son medidos comúnmente en unidades objetivas (pesos, dólares, biomasa, mg/l, costo/beneficio, número de empleos, etc.) lo cual es altamente deseable pues permite realizar comparaciones.

11) Representatividad: Las conclusiones derivadas de las técnicas empleadas, debe permitir sumar efectos y dar una jerarquización de las diferentes alternativas analizadas, con comprensión y confianza.

12) Separación de efecto: La metodología debe reflejar los efectos generales de los particulares. Esto es establecer los impactos que pueden transportarse de una alternativa analizada a otra, y aquellos exclusivos de cada alternativa.

A su vez la misma guía para la elaboración de la MIA, presenta el Cuadro 16, con la utilidad relativa de las metodologías más comúnmente empleadas por las consultorías y en el caso de los proyectos analizados no fueron la excepción.

Cuadro 16. Unidades relativas de metodologías más comunes en la elaboración de la MIA

	Identificación	Predicción	Interpretación	Comunicación	Inspección	Valor
Matriz de Cribado	Alta	Alta	Media-Alta	Baja-Media	Baja	12
Matriz de Leopold	Alta	Media-Alta	Media	Baja-media	Baja	10
Diagrama de flujo	Alta	Media	Baja-media	Media-alta	Baja	9
Lista de control	Media	Media-alta	Media-alta	Media	Baja	10
Superposición	Media	Baja	Baja-media	Alta	Media	9
Batelle-Columbus	Alta	Alta	Alta	Baja-media	Baja-media	14

Puntuación: Baja=0, Baja Media=1, Media=2, Media Alta=3, Alta=4

Fuente: Guía para la elaboración de la MIA, Modalidad Particular, Sector Hidráulico, SEMARNAT, 2002).

Con base en lo observado en el Cuadro 16 se puede inferir que el Método de Batelle-Columbus tiene más valoración a favor al momento de elaborar MIA's, es seguido por la Matriz de Cribado y en tercer lugar encontramos a la Matriz de Leopold y Lista de control. En último lugar encontramos los diagramas de flujo y la superposición de mapas. Sin embargo, esta calificación dada a las metodologías solamente corresponde a su utilidad para identificar impactos ambientales, y no para evaluarlos.

Por tal motivo SEMARNAT (2002), presento en esta guía donde se enlistan las ventajas y desventajas al usar estas metodologías, las cuales se aprecian en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Ventajas y desventajas de las principales metodologías para evaluar impactos ambientales.

Método	Ventajas	Desventajas
Matriz de cribado	<ul style="list-style-type: none"> • Relaciona impactos con acciones. • Además de la identificación de impactos, tiene la propiedad de evaluar y predecir. • Es relativamente fácil de elaborar y de evaluar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de duplicar acciones en el proceso de identificaciones de impacto. • Para proyectos complejos, se convierten en matrices complejas • La jerarquización y evaluación de los impactos quedan a discreción del evaluador
Matriz de leopold	<ul style="list-style-type: none"> • Relaciona impactos con acciones • Buen método para mostrar resultados preliminares 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad para identificar impactos directos e indirecto • Posibilidad de duplicar acciones durante el proceso de identificación <ul style="list-style-type: none"> • No son selectivas • No son muy objetivas, ya que cada evaluador tiene la libertad de desarrollar su propio sistema de jerarquización y evaluación de los impactos • La matriz no tiene capacidad de hacer recomendaciones en procedimiento de inspección seguidas por la finalización de la acción.
Diagrama de flujo	<ul style="list-style-type: none"> • Relaciona impactos con acciones • Útil para el chequeo de impactos de segundo orden • Maneja impactos directos e indirectos 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede complicarse mucho si se utiliza en proyectos complejos • Presentan información muy escasa sobre los aspectos técnicos de la predicción de impactos, de los medios para evaluar y comparar
Lista de control	<ul style="list-style-type: none"> • Simples de utilizar y de entender • Buen método para mostrar resultados preliminares 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad para identificar impactos directos e indirecto • Posibilidad de duplicar acciones durante el proceso de identificación
Método de superposición	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil de entender • Buen método para mostrar gráficamente • Buena herramienta para inventariar el sitio 	<ul style="list-style-type: none"> • Trata únicamente impactos directos • No trata la duración o probabilidad de los impactos

Método	Ventajas	Desventajas
		<ul style="list-style-type: none"> • Requieren de una preparación tardada, debido a la recabación inicial de datos.
Batelle-columbus	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede conseguir una planificación a medio y largo plazo • Se valoran los impactos cuantitativamente • Óptimo para proyectos más complejos 	<ul style="list-style-type: none"> • Requieren de un conocimiento previo para su elaboración e interpretación.

Fuente: Guía para la elaboración de la MIA, Modalidad Particular, Sector Hidráulico, SEMARNAT, 2002)

Es precisamente en las desventajas donde hay cierta información acerca de la capacidad de las metodologías al evaluar los impactos.

Entonces el método de la Matriz de Leopold puede mostrar resultados preliminares, pero la evaluación de estos es muy subjetiva y dependerá totalmente de la persona que ocupe este método, aunado a esto una vez que se ha asignado valores, en algunos casos se realizan sumas de columna y renglones con el propósito de encontrar el grado de afectación de cierta acción sobre el medio o de un conjunto de acciones sobre un factor ambiental en particular, sin embargo Gómez-Orea (2002) y Bojórquez-Tapia (2004) dice que este pequeño procedimiento no es válido ya que los valores asignado en los cuadros son de escala ordinal, con los cuales no se puede realizar ninguna operación algebraica. Por lo que es un método que no debe presentarse solo, sino que debe complementarse con algún otro. Este método fue empleado en 19 MIA's de las analizados, en 11 se presentó como el único procedimiento, mientras que en los 8 restantes se complementó de la siguiente manera: 5 con diagrama de redes, 2 con matriz de cribado y 1 con lista de chequeo.

Las listas de cheque o control fueron usadas en dos proyectos como único método de evaluación y solo en un proyecto se presentó como complemento, caso descrito en el párrafo anterior. Este método presenta las mismas desventajas que la matriz de Leopold, ya que solo es para presentar resultados preliminares porque presenta dificultad para identificar impactos directos e indirectos. Esto dependería del tipo de Lista de Chequeo que fue utilizada, de las al menos 4 reconocidas (Shopley J. y R. Fuggle, 1984). Ya que

en estos casos la solución sería la utilización de matrices matemáticas, las cuales permiten las operaciones algebraicas, con las que se podrían determinar la significancia de los impactos.

Para el caso de matriz de doble al no especificarse qué tipo de matriz se tomó como una clasificación aparte, pero es muy posible que perteneciera a la matriz de Leopold.

Respecto a los métodos no utilizados concretamente, pero recomendados por la SEMARNAT, (2002) destaca la Matriz de Cribado que es una matriz relativamente fácil de elaborar y tiene la propiedad de evaluar impactos, no obstante, también presenta desventajas las cuales son la consideración a criterio del evaluador para valorar los impactos, lo que ocasiona que la mayoría de los impactos negativos son “poco” significativos y en cambio los positivos son casi en su totalidad significativos.

De igual manera, el método de Batelle-Columbus, es muy recomendado debido a su eficacia en la identificación de los impactos, pero por otra parte presenta la desventaja que hay que tener conocimientos previos para su elaboración e interpretación. En el caso del sector hidráulico que es de interés del presente estudio Gómez-Orea (2002) menciona que este método fue desarrollado para evaluar este tipo de proyectos, por lo que se recomienda ampliamente.

A pesar de que estas metodologías son las más populares para identificar y evaluar los impactos ambientales, no quiere decir que sean las únicas existentes, ya que en los últimos años se han desarrollado una gran cantidad de nuevas técnicas, pero debido a que la naturaleza misma y las ciencias ambientales que la conforman son sistemas complejos que tiene comportamientos matemáticos no lineales, donde la predicción exacta de los impactos se vuelve complicada y en ocasiones imposible. Afortunadamente estamos en una era desarrollo matemático-computacional donde técnicas como la simulación por escenarios, lenguajes de IA, simulación numérica, sistemas de información geográfica asociados a modelos de probabilidad, la estadística multivariada,

etc., han permitido analizar grandes cantidades de datos y variables logrando así un acercamiento a la predicción exacta de impactos (Plazas Certuche *et al.* 2009).

En resumen, para poder valorar los impactos ambientales que genera un proyecto y que se encuentran descritos en las MIA's, sería casi obligatorio elegir metodologías eficaces y eficientes en lugar de declinarse por la inmediatez.

5.4.2.7 Programas de monitoreo y vigilancia ambiental

Las guías sectoriales para la elaboración de MIA's son bastante específicas y claras al momento de describir los planes de monitoreo y vigilancia ambiental, aún con este gran apoyo que presenta la SEMARNAT (2002), hay proyectos que presentan Programas insuficientes solo cumpliendo con el punto que enlista las guías ya mencionadas, por ejemplo hay 7 proyectos que solo presentaban que elaborarían un reglamento o procedimiento para tratar de mitigar efectos que serían ocasionados por el desarrollo del proyecto, sin embargo no se encontró ninguna propuesta de los supuestos reglamentos o procedimientos. Si bien la SEMARNAT al momento de aprobar la ejecución de estos proyectos pone condicionantes de presentar informes anuales de sus programas de monitoreo y vigilancia ambiental elaborado por algún técnico conocedor de la materia, no se verifica que se haya cumplido y que lo vertido en papel sea lo mismo que lo encontrado en el área del proyecto, siendo así solo un simple requisito burocrático, que lleva a grandes consecuencias ambientales.

5.4.2.8 Fuentes de Información

Fue cuantiosa la cantidad de proyectos que presentaron información deficiente y poco congruente en las MIA's, la bibliografía que se menciona y fue consultada debería ser analizada más rigurosamente de acuerdo a normas y estilos conocidos para la presentación de estos recursos bibliográficos, esto debido a que sería un gran sustento en la veracidad de la manifestación además de que se lograría un proceso más fácil para el evaluador al verificar la información vertida en el estudio, puesto que solo es un

procedimiento de edición y redacción de textos muy simple y que actualmente se incluye en todos los textos de índole científico y tecnológico, y dado que la manifestación de impacto ambiental es prácticamente una Investigación respecto a los impactos ambientales tendría que incluirse forzosamente debido a las consecuencias que puede causar.

En México se cuenta con una amplia base de repositorios de información, y que están accesibles al público en general, por lo que tendría que ponerse especial atención puesto que fuentes de consulta existen y son extensas, tales como el INEGI que es una fuente de información oficial a nivel nacional y es de gran apoyo en los apartados de la Descripción del Sistema Ambiental, así mismo la CONABIO, que presenta información de la distribución de especies a nivel nacional, que si bien no es tan precisa debido a la magnitud del territorio nacional si sirve como un primer acercamiento.

5.4.2.9 Casos especiales

Se encontró que hay trabajos que se ubicaban en la misma región eran elaborados por una misma consultoría, eran copias una de la otra, se puede entender que se tenga formatos, los llamados “machotes”, con la finalidad de agilizar el trámite, pero no los exime de presentar un análisis personificado para cada proyecto, puesto que cada proyecto es único.

Aunado a esto se tendría que hacer un análisis más exhaustivo en los procesos administrativos de la SEMARNAT, como proyectos de este tipo sean autorizados por los evaluadores, sin siquiera notar las similitudes. Una explicación podría ser que los evaluadores con los que cuenta la SEMARNAT sea una gran cantidad, o que dependiendo de la zona en la que se ubica el proyecto, son evaluados por diferentes niveles de Gobierno sea Estatal o Federal, no obstante, revisando los resolutivos de los proyectos se descartó esta opción, debido a que quien emite el oficio respuesta del ingreso de las MIA´s es la misma instancia gubernamental.

Como se ha mencionado a lo largo del presente muchas Manifestaciones de Impacto Ambiental presentan información inventada, datos simulados, piratas o extrapolados por otros estudios, pero presentados como originales y exactos (Ezcurra, 1995), y que en vez de tomarse como una aproximación o antecedente se toma como una verdad absoluta, lo que ocasiona impactos irreversibles en el ambiente.

Es importante reconocer que hay estudios de impacto ambiental, que en muchos casos son realizados por personas con falta de experiencia, formación profesional suficiente, poca ética profesional y hasta de personas oportunista que desconocen totalmente el ámbito en el desarrollan los trabajos. Por otra parte, algo que no se debe olvidar es el factor “Corrupción” que se encuentra presente en este tipo de procedimientos (Lara González, 2013), bajo la primicia de “trae línea desde arriba”, “échame la mano y te echo la mano”, “hazte de la vista gorda en este capítulo”, etc., siendo que el afectado es el ambiente y muchas veces de manera irreversible.

5.4.3 Impactos ambientales producidos por proyectos del sector hidráulico en el estado de México.

Como se observó en el apartado 5.3 del presente trabajo, fueron realmente poco los impactos que se presentaron como significativos, y a su vez un gran número se encuentra en benéficos, además convenientemente la mayoría de impactos negativos no eran significativos.

5.4.3.1 Impactos Ambientales generados por proyectos Acuícolas

Como primer punto a resaltar de este tipo de proyectos es que solo se ingresó uno a instancias de valoración, se realizó una pequeña comparación del cuadro de impactos significativos con proyectos similares en otros estados de la república y se encontró que hace falta una descripción del impacto en la introducción de fauna nativa al área del proyecto, en dado caso de que algún ejemplar sea liberado. De igual manera encontramos que debido a que mejorara la calidad del entorno donde se establece el

proyecto, considera un impacto positivo en la calidad de agua al momento de la construcción del proyecto, lo que debería replantearse ya que no se explica a detalle el porqué de este beneficio y resulta extraño por la etapa en la que se reporta.

5.4.3.2 Impactos ambientales generados por proyectos de desarrollo urbano

Una vez analizados y comparados con proyectos de otras regiones de México, se nota que no se presentan grandes cambios en los impactos producidos por la realización de este tipo de proyectos. Sin embargo, a ser proyectos que se encuentran en lugares de gran interés económico y social como es la urbanización, se presentan buenas descripciones de sus impactos, así como de las medidas de mitigación. Sin embargo, no se encuentra exento de la presencia de mala evaluación de algunos impactos, como en el caso de la modificación del relieve, la infiltración, escurrimientos superficiales y su conducción y calidad de agua.

Un punto importante a resaltar es que no se presentan medidas de mitigación en la etapa de abandono en la mayoría de los proyectos, esto se debe principalmente a que la vida útil esta indefinida puesto que se están proporcionando servicios a la población que lo requiere y estos nunca dejaran de tener demanda.

En este apartado la segunda mejor MIA elaborada dentro de todos los estudios analizados, y que sería una buena referencia de cómo realizar un buen estudio de impacto ambiental, debido a la fácil comprensión de información.

5.4.3.3 Impactos ambientales generados por la descargas a corrientes o cuerpos de agua

Al momento de realizar la comparación con otros proyectos, los impactos ambientales no presentan gran diferencia, esto a menos que el medio de descarga de agua se necesite o no construir, si no fuera necesario la construcción solo se presentan los impactos de las etapas de operación y mantenimiento.

A consideración personal este es de tipos de proyectos que es importante prestar más atención a la hora de evaluación de los impactos negativos y sus medidas de mitigación puesto que la afectación es directamente contra un factor ambiental muy sensible y muy complicado de restaurar, sin olvidar el impacto a la salud de la población cerca y que en muchas ocasiones hace uso directo del recurso hídrico. (Rodríguez Tapia , 2011).

Sin embargo, la SEMARNAT tiene también culpa, al no hacer cumplir la ley a quienes van a realizar, no solo el proyecto sino la operación del mismo, ya que la descarga de contaminantes se realiza muy por arriba de los límites señalados por la propia SEMARNAT (Díaz-Cuenca *et al.*, 2012).

5.4.3.4 Impactos ambientales generados por agua potable y alcantarillado

Verificando diversos estudios similares a los presentado en el presente apartado se encontró que los impactos negativos de mayor significancia se desarrollan durante la preparación del sitio y la construcción y esto se debe principalmente a que se tiene que realizar excavaciones para poder llevar a cabo la instalación de las tuberías de agua potable o con fines de desagüe (alcantarillas), la etapa de abandono no se considera debido a que con mantenimiento se puede alargar considerablemente la vida de este tipo de proyectos.

Se presenta un poco menos de significancia en los impactos hacia los componentes bióticos y esto se debe a que los proyectos se desarrollan en zonas urbanas o en procesos de urbanización y estos ya se encuentran impactados por la presión demográfica. Por lo tanto, el componente socioeconómico tiene mayores impactos del tipo benéficos y la mayoría son significantes.

5.4.3.5 Impactos ambientales generados por plantas de tratamiento de aguas residuales

Se encontró gran similitud de los proyectos desarrollados dentro del Estado de México y los localizados en otras entidades, como en el apartado de descarga a corrientes y cuerpos de agua, la mayoría de los impactos se encuentran en el factor agua sin embargo en estos tipos de proyectos dominan los impactos positivos, siendo que la ejecución de estos proyectos aporta mucho más al ambiente que lo que llega a afectarlo como podría ser contaminándolo.

Esto se puede explicar debido a que las plantas de tratamiento de aguas residuales ayudan a cumplir con la demanda del recurso hídrico para el servicio hacia los asentamientos urbanos (Díaz-Cuenca *et al.*, 2012) evitando así la sobreexplotación de los acuíferos de las zonas donde se encuentran establecidas.

5.4.3.6 Impactos ambientales generados por muelles

En este tipo de proyectos solo hay una MIA ingresada y aprobada por la SEMARNAT, y debido a su ubicación fue difícil encontrar un proyecto con el cual comparar, esto se debe a que la mayoría de los proyectos de este tipo se encuentran en litorales y el que compete se encuentra en la rivera de la Presa de Colorines en el Municipio de Valle de Bravo.

Puesto que se encuentra ubicado en dicho municipio es de ayuda al momento de evaluar los impactos negativos significativos que se genera, esto se debe a dos puntos principalmente; a que se encuentra en zona de gran valor ecológico del Estado de México (Díaz-Cuenca *et al.*, 2012) lo que a su vez desencadena que grupos ecologistas se encuentre presente y hagan efectivo su derecho de la consulta pública, lo que obliga al responsable técnico a realizar un mejor trabajo.

En total para único proyecto presentado en este apartado encontramos que cada impacto significativo se encuentra ligado estrechamente con su medida de mitigación en concreto

y se presenta de una manera clara y fácil comprensión sobre todo a personas que desconociera acerca de las Manifestaciones de Impacto Ambiental.

Como comentario final de este apartado y a apreciación personal esta fue la Manifestación de Impacto Ambiental mejor elaborada, ya que las fuentes bibliográficas se encuentran bien citadas en el texto, y como se ha mencionado en apartados anteriores es de los puntos más deficientes en la elaboración de las MIA´s analizadas. Incluso la información vertida es clara y concisa.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La realización del presente trabajo de investigación de tesis arrojó una serie de resultados que hicieron llegar a algunas conclusiones importantes en Materia de Impacto Ambiental del sector hidráulico, como serían la forma en la que se presentan e ingresan las Manifestaciones de Impacto Ambiental ante la SEMARNAT, como es que se lleva a cabo la evaluación de estos documentos por el personal de dicha Secretaría, la importancia de proyectos Hidráulicos en el Estado de México así como que se puede mejorar para poder lograr un menor impacto ambiental en la ejecución de proyectos.

6.1.1 Situación de las Manifestaciones de Impacto Ambiental del sector hidráulico.

Para la realización del presente proyecto se observó que se ingresaron a 31 MIA's con la finalidad de obtener el permiso en materia de impacto ambiental, sin embargo, solo 23 lograron obtener una aprobación por parte de la SEMARNAT, esto se debió en gran parte a que no se siguió de cerca el proceso administrativo que requiere la Secretaría, debido a que 4 proyectos fueron desestimados por falta de cumplimiento en los requisitos solicitados. Así mismo es necesario conocer el alcance de cada proyecto para reconocer si es necesario ingresar este tipo de estudios.

No obstante, las MIA's aprobadas por la SEMARNAT no presentan una homogeneidad establecida en la Guía para la Elaboración de la MIA's del Sector Hidráulico, ya que varían mucho en cuanto a las fuentes de información, metodologías para conocer los parámetros ambientales y las técnicas para la identificación y evaluación de los impactos ambientales, en vista de que se siguen ocupando metodologías de hace más de 40 años de antigüedad para identificar y cuantificar los impactos ambientales, sabiendo que se han venido desarrollando nuevas técnicas de evaluación así como nueva tecnología que la facilita.

La elaboración de las MIA's ha perdido seriedad en al considerarse un mero trámite administrativo lo que ha llevado a la poca profesionalización del personal encargado de elaborarlas.

6.1.2 Proceso de evaluación de las MIA's

La evaluación realizada por el personal de la SEMARNAT no resulto ser tan veraz como se esperarías de una institución encargada de proteger al ambiente, ya que, por una razón u otra, se obtuvo aprobación de MIA's con apartados completamente plagiados de proyectos del mismo responsable técnico. Al igual que, fueron aprobado proyectos incompletos respecto a la guía sectorial, sin ordenamiento jurídicos aplicables, normas y leyes, fuentes fidedignas de información, descripción y delimitación del sistema ambiental y sin una seriedad en el formato del texto.

Esto indica que existe un defecto en el proceso de evaluación de las manifestaciones de impacto ambiental.

6.1.3 Situación de los proyectos del sector hidráulico en el Estado de México

De manera general, la mayoría de los impactos ocasionados por este tipo de proyectos no difieren en mucho de los producidos por otros sectores, especialmente en las etapas de preparación del sitio y construcción de los proyectos analizados.

Notamos que los proyectos que más se han realizado dentro de este sector son la descarga a corrientes o cuerpo de agua de agua tratada o agua pluvial, esto tiene una estrecha relación con el sector industrial debido a las empresas tiene sistema de captación de agua de lluvia con la finalidad de que no se afecte su área trabajo o cuentan con plantas tratadoras de agua residual de procesos que llegan a realizar.

Así mismo el desarrollo urbano que afectar a cuerpo o corrientes de agua es otro tipo de proyecto a resaltar, ya que al incrementar la demanda por espacio habitables se tiende a afectar a la hidrografía del entorno en el que se habita, lo que puede ocasionar diversos problemas ambientales.

La infraestructura de agua potable y alcantarillado, nos indica el proceso de la actualización o ampliación de la prestación de estos servicios, lo que nos habla de un desarrollo social en el Estado de México.

6.1.4 El futuro ambiental del Estado de México en relación a proyectos Hidráulicos

Es innegable la importancia de este sector de impacto ambiental en el Estado, debido a que se un 11% (tercer lugar a nivel estatal) de los proyectos ingresados para obtención de aprobación en materia de impacto ambiental en los 5 años analizados son de este sector.

No obstante, no hay que olvidar la calidad de las manifestaciones de impacto ambiental analizadas que fueron ingresadas y pueden ocasionar problemas ambientales en un futuro cercano, por lo que se tendría que desarrollar políticas nuevas enfocadas en la vigilancia rigurosa de proyectos que afecten directamente al ambiente, no solo para este sector, sino para todos los que requieren una evaluación de impacto ambiental.

Si bien, la situación actual no amerita una grave alerta, si no está permitido dejar de lado el control de actividades que ocasionen un impacto negativo al ambiente, sin descuidar el desarrollo económico, logrando así un desarrollo sustentable de la sociedad.

6.1.5 El cambio de uso de suelo como herramienta para el análisis del impacto ambiental

Notamos como en el periodo de análisis que se presentó en el presente trabajo, la agricultura y la vegetación impactada continúa predominando el paisaje de los municipios donde se ubicaron proyectos hidráulicos, esto está estrechamente relacionado con la cercanía a distritos de riego como el “033 Estado de México”, “044 Jilotepec”, “096 Arroyozarco” y “088 Chiconautla”. Cómo se observó en las Figuras 28 y 29, el crecimiento de la categoría agricultura y vegetación impactada que va de la mano con el crecimiento demográfico y esto demanda más servicios.

Esta situación debería ser un punto de atención para que las autoridades pertinentes formen acciones para el manejo sustentable del agua, ya que, si bien las superficies de cuerpos de agua no presentaron grandes cambios, no quiere decir que no exista un impacto en cuestión de calidad.

En el caso de Vegetación Densa fue la categoría del uso de suelo que mostro un comportamiento casi lineal de manera negativa, ya que tuvo una disminución marcada en el tiempo analizado, sin embargo, esta disminución de la superficie está relacionado con un incremento económico. Es de vital importancia no perder el equilibrio que existe entre estos dos factores, ya que una mayor disminución de la Vegetación Densa conllevaría a la perdida de otros bienes como son los servicios ecosistémicos.

El crecimiento de la categoría área urbana y áreas sin vegetación es constante y va de la mano con el crecimiento demográfico de los municipios analizados.

Las imágenes satelitales y la clasificación supervisada pueden constituir una herramienta para la estimación de impactos ambientales que puede ser ocasionado por proyecto de distintos sectores, ya que permite analizar la tendencia de cambio de uso de suelo, siendo la vegetación un buen indicador de impacto.

6.2 Recomendaciones

En el presente apartado se proponen ideas para la realización de manifestaciones de impacto ambiental de mejor calidad, para ser ingresadas a la SEMARNAT.

6.2.1 Sobre los consultores

Como es bien sabido, tiempo atrás se contaba con un padrón donde se tenían registradas a las consultorías que tenían autorización de realizar los estudios de impacto ambiental, pero fue cancelado debido a malos manejos, si bien en algunos estados aún se sigue manejando estas prácticas, es de suma importancia que se cuente con una certificación para poder realizar este tipo de trabajos, ya sea por parte de una institución de investigación con enfoques en el ambiente o bien la misma SEMARNAT. Una opción a considerar por parte de la Secretaría puede ser apoyar certificar al personal registrado de cada consultoría, apoyar en la asesoría cuando faltara la integración de un equipo multidisciplinario y la realización de auditorías. Finalmente, todo esto es con el objetivo de integrar un buen equipo de trabajo para obtener mejores resultados en la elaboración de las manifestaciones de impacto ambiental.

6.2.2 Sobre los revisores

Al igual que el punto anterior es de vital importancia crear equipos de revisiones multidisciplinarios, o bien lograr una flexibilidad al momento de integrar revisores externos para apoyo al personal de la SEMARNAT cuando los volúmenes de trabajo son muy altos, el proyecto es de grandes dimensiones o es de interés político y social, esto con la finalidad de lograr más puntos de vista evitando así errores en las MIA's. De igualmente es importante que algunas instituciones de Educación Superior y de Posgrado, como la UNAM, UAM, UACH, COLMEX, COLPOS, UAEM, etc., donde se desarrollan investigaciones en materia de impacto ambiental, de manera casi rigurosa y dependiendo de la importancia del proyecto participaran en el dictamen de los proyectos evaluados.

6.2.3 Sobre las manifestaciones de impacto ambiental

Una gran ventaja que se tiene al momento de la elaboración de las manifestaciones de impacto ambiental es la presencia de guías sectoriales, ahí se incluyen puntajes en función del cumplimiento del apartado solicitados este debería ser un criterio valido al momento de valorar la calidad de las MIA´s, si este proceso se llevara cabo de manera objetiva, meticulosa y critica podría ser un sistema eficiente para poder aprobar o rechazar un proyecto.

Al momento del periodo de análisis de la consulta pública es necesario establecer procedimientos que en primer lugar agilicen este apartado y en segundo lugar sea un punto de análisis de las MIA´s desde un punto de vista de una tercera o cuarta perspectiva que puede arrojar una mejor elaboración de las mismas, que a su vez desencadena el menor impacto negativo hacia el ambiente.

Uno de los apartados que más se notó deficiencias es la descripción del sistema ambiental, y en muchas ocasiones no se delimito esta unidad de análisis lo que nos lleva a tener que poner especial atención en la metodologías y definiciones de que es un sistema ambiental y la importancia en la MIA´s, en el apartado abiótico de la descripción del sistema ambiental hay fuentes importantes de información que ayudan a cumplir de una manera óptima y sobre todo veraz en este punto, como son: INEGI, CONAGUA, CONABIO, SIGEAI, SIORE, por mencionar algunos.

En la cuestión biótica del sistema ambiental es importante resaltar que las listas presentadas de flora y fauna debe de hacerse con la asesoría de un experto o conocedor en la materia, una gran herramienta es la proporcionada por la CONABIO en colaboración con CALIFORNIA ACADEMYC OF SCIENCES, llamado Naturalista, que si bien no es muy precisa, ayuda como un primer punto de acercamiento, que en caso de

realizar muestreos de flora y fauna. Siguiendo esta misma línea se necesita detallar los procedimientos y técnicas de campo que fueron empleadas, y a su vez comprobar que fueron realizadas, el personal que participo, etc.

También es necesario establecer como requisito, que se empleen dos o más metodologías para la evaluación de impactos ambientales. Si bien es difícil determinar cuál debe ser aplicada a cada proyecto debido a la variabilidad entre la magnitud y naturaleza de los mismos, sin embargo, en la presente investigación se menciona cual resulta mejor que las otras, por ejemplo, la Matriz de Cribado es mejor en proyectos de pequeña magnitud, mientras que para proyectos de grandes dimensiones es mejor combinar métodos más detallados como Batelle-Columbus. Cabe mencionar que esto en medida de lo posible pueda ir cambiando debido a la existencia de nuevas técnicas de evaluación de impacto ambiental descartando técnicas obsoletas y aceptar las que van de la mano con nuevas tecnologías.

Finalmente, debe de aumentar el nivel de exigencia en la cuestión de las citas de las fuentes de información para cada apartado de las MIA's de tal manera que se tenga una veracidad de la información y sobre todo sea especializa en el tipo de proyecto a desarrollar y no solo sea "el machote" que cada empresa presenta.

6.2.4 Sobre el monitoreo de los proyectos

Se hace la recomendación a las instancias pertinentes principalmente a la SEMARNAT que realice supervisiones antes, durante y después de la realización de las etapas de preparación del sitios y construcción, por que como se hizo saber en el presente trabajo los impactos causados en estas etapas son los más significantes, en caso de no ser posible dejar en claro al momento de emitir el resolutive que es de manera obligatoria la presentación de un informe anual y con evidencias, fotográficas principalmente, de los monitoreos realizados por alguna institución acreditada.

El análisis realizado con imágenes satelitales, puede ser una buena herramienta para realizar un monitoreo constante de los proyectos, ya que muchas imágenes satelitales se encuentran disponibles a todo público, además de que cuenta con una buena resolución temporal. Sin embargo, desconocimiento de estas técnicas dentro de los elaboradores de los instrumentos de evaluación de impacto ambiental, hace que se tenga mucha divulgación. Todo esto con la finalidad de lograr la menor afectación de los impactos negativos hacia el ambiente en el que se desarrollan.

7 LITERATURA CITADA

Álvarez G. A., Morales C. J. F. (2013). La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA), Conforme al Reglamento y Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en México. En México. Revista Desarrollo Local Sostenible, Vol 6, n.16.

Astorga-Gättgens, A. (2016). Los Problemas De Efectividad En El Proceso De Evaluación De Impacto Ambiental De Costa Rica Y Sus Consecuencias Para La Gestión Del Geólogo. Revista Geológica De América Central (55): 197-205.

Baldasano J.M., (2002). Evaluación del Impacto Ambiental de un Proyecto. Departamento de Proyectos de Ingeniería, UPC, Barcelona.

Bass, R.E., Herson, A.I., 1993. *Mastering NEPA: a step-by-step approach*. Solano Press Books, Point Arena, California, USA. 233 pags.

Berlanga-Robles, C. A., b, & Ruiz-Luna, A. (2006). Assessment of Landscape Changes and their effects on the San Blas estuarine system, Nayarit (Mexico), through Landsat imagery analysis. Ciencias Marinas 32(3) 523–538.

Boege, Karina & Bojórquez-Tapia, Luis & Rocío Cruz Ortega, & César Domínguez Pérez Tejada, & Vázquez, Juan Carlos & Mariza Mazari Hiriart, & Medellín, Rodrigo & Molina-Freaner, Francisco & Tinoco-Ojanguren, Clara & Valiente-Banuet, Alfonso & Falcón, Luisa & Córdova Tapia, Fernando & Karen Levy Gálvez, & Martínez-Meyer, Enrique & Merlo, Angel & Sánchez-Cordero, Víctor & Zambrano, Luis & Casas, Alejandro & Castillo, Alicia & Suárez, Gerardo. (2012). Opinión técnica sobre la manifestación de impacto ambiental regional 30V32011M0043, Caballo Blanco. DOI: 10.13140/RG.2.1.1003.7286.

Bojórquez Tapia, Luis A. (2004). Técnicas para la toma de decisiones en problemas ambientales. Curso de Biología de la Conservación. CIBNOR.

Bojórquez Tapia, Luis A. y García Ofelia (1998), “An Approach for Evaluating EIAs-Deficiencies of EIA in Mexico”, *Environmental Impact Assessment Review*, 18: 217-218, 237.

Cano Salinas, L., Rodríguez Laguna, R., Valdez Lazalde, J. R., Acevedo Sandoval, O. A., & Beltrán Hernández, R. I. (2017). Detección del crecimiento urbano en el estado de Hidalgo mediante imágenes Landsat. Investigaciones Geográficas, (92), 1–2.

Canter, L., Sadler, B., 1997. *A tool kit for effective EIA practice review of methods and perspectives on their application* A Supplementary Report of the International Study of the Effectiveness of Environmental Assessment. International Association for Impact Assessment. <http://www.egs.uct.ac.za/docs/canter/eiacover.html>

Chuvieco, E. 2000. Fundamentos de Teledetección Espacial. Ed. Rialp. Madrid, España. 568 p.

Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD) (1987), *Nuestro futuro común, Informe Brundtland*, ONU.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2009). *Manejo Integrado de Ecosistemas en 3 Ecorregiones Prioritarias*.

Congedo, L. (2016). Semi-automatic Classification Plugin. Documentation. Doi:10.13140/RG.2.2.29474.02242/1.

Córdova Tapia, Fernando & Bojórquez-Tapia, Luis. (2013). Análisis de la Manifestación de Impacto Ambiental de la "Autopista Urbana Oriente. Tramo Muyuguarda-Bilbao". 10.13140/RG.2.1.2279.3121.

Coria, Ignacio Daniel (2008). El estudio de impacto ambiental: características y metodologías. *Invenio*, 11 (20), 125-135.

Cotán Pinto Arroyo Santiago (2007). Valoración de Impactos Ambientales. INERCO Sevilla.

Diario Oficial de la Federación (DOF) (1982). Ley Federal para la Protección al Ambiente, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de enero de 1982.

Diario Oficial de la Federación (DOF) (1988). Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, que estuvo en vigor hasta diciembre de 1996, cuando se publicaron reformas y adiciones a la ley.

Diario Oficial de la Federación (DOF) (2000). Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, publicado el 30 de mayo, Secretaría de Gobernación, México.

Díaz-Cuenca, Elizabeth, & Alavarado-Granados, Alejandro Rafael, & Camacho-Calzada, Karina Elizabeth (2012). El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, México. *Quivera. Revista de Estudios Territoriales*. 14 (1):78-97.

Ducoing Chahó, 1991. E. Apuntes del Curso Taller de Actualización: Impacto Ambiental, Universidad Autónoma Metropolitana, México. DEL 29 de julio al 2 de agosto.

Ezcurra, Exequiel (1995), La evaluación de impacto ambiental, *Gaceta Ecológica* (36) 110.

Fan, F., Weng, Q., & Wang, Y. (2007). Land Use and Land Cover Change in Guangzhou, China, from 1998 to 2003, Based on Landsat TM /ETM+ Imagery. *Sensors* 7(7): 1323–1342. <https://doi.org/10.3390/s7071323>.

Fraser J., G. Thompson y D. Moro. (2003), Adequacy of terrestrial fauna surveys for the preparation of environmental impact Assessments in the mining industry of western Australia. *Ecological Management and Restoration*. 4 (3), 187-192.

García Leyton Luis Alberto (2004). "Aplicación del Análisis Multicriterio en la Evaluación de Impactos Ambientales" (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Catalunya.

Gómez Orea, D. (2003). Evaluación del impacto ambiental: Un instrumento preventivo para la gestión ambiental, Mundi Prensa.

González Ávila, María E., & Beltrán Morales, Luís Felipe, & Peralta Gallegos, Julio César, & Troyo Diéguez, Enrique, & Ortega Rubio, Alfredo (2006). Evaluación de impacto ambiental del sector eléctrico en el norte de México: evolución histórica e implicaciones para la sostenibilidad. Economía, Sociedad y Territorio, 5 (21), 219-263.

Hammeken Arana, A. M., Romero García, E. (2005). Análisis y diseño de una planta de tratamiento de agua residual para el municipio de San Andrés Cholula. (Tesis Licenciatura Ingeniería Civil) Departamento de Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla. Mayo.

Héctor García, Romeo, Derecho Ambiental, ED. Flores, 1° ed., México, 2014.

Hernández Martínez Lisseth. (2017). Análisis Jurídico al Procedimiento Administrativo en Materia de Impacto Ambiental, Realizado por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Delegación Estado de México. (Tesis de maestría). Ciudad universitaria, Toluca México. Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Derecho.

Hollick, Malcom (1981), "Environmental Impact Assessment as a Planning Tool," Journal of Environment Management, 12: 79-90.

INE (Instituto Nacional de Ecología) (1994), Informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente. 1993-1994. Reporte Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología-Instituto Nacional de Ecología. México, DF. La evaluación de impacto ambiental: logros y retos, México.

INE (Instituto Nacional de Ecología) (2000), La evaluación de impacto ambiental. Logros y retos para el desarrollo sustentable 1988-2000, Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental, INE Secretaría de Ecología, Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México.

Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGCEM), (2013). Boletín de Estadísticas Vitales, Toluca, Estado de México.

Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGCEM), (2014). Boletín de Estadísticas Vitales, Toluca, Estado de México.

Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGCEM), (2015). Boletín de Estadísticas Vitales, Toluca, Estado de México.

Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGCEM), (2016). Boletín de Estadísticas Vitales, Toluca, Estado de México.

Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGCEM), (2017). Boletín de Estadísticas Vitales, Toluca, Estado de México.

Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECEM), (2018a). Boletín de Estadísticas Vitales, Toluca, Estado de México.

Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECEM), (2018b). Producto Interno Bruto Municipal, Toluca, Estado de México.

Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECEM), (2019a). Boletín de Estadísticas Vitales, Toluca, Estado de México.

Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECEM), (2019b). Producto Interno Bruto Municipal, Toluca, Estado de México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2013). Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación, escala 1:250,000, serie V Aguascalientes, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2016). Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación, escala 1:250,000, serie VI Aguascalientes, México.

Juárez Manjarrez, Miguel Alejandro. (2003). "Análisis de la base técnica de manifestaciones de impacto ambiental". (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021). Conjunto de datos vectoriales de División Política Municipal, escala 1:250,000. Aguascalientes, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020), Censo de Población y Vivienda 2020.

Kovacs, J. M., Zhang, C., & Flores-verdugo, F. J. (2008). Mapping the condition of mangroves of the Mexican Pacific using C-band ENVISAT ASAR and Landsat optical data. *Ciencias Marinas*, 34, 407–418.

Lara González, J. D. (2013). Desviaciones Del Instrumento Formal Manifestación De Impacto Ambiental En México. *Revista Luna Azul* (37): 239-267.

León Peláez Juan Diego (2004). Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos de Desarrollo. Universidad Nacional de Colombia, departamento de Ciencias Forestales. Disponible en: <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CD001413.pdf>

Leopold, L.B., Clarke, F.E., Hanshaw, B. B., Balsley, J.R., 1971. A procedure forevaluating environmental impact. *U. S. Geological Survey*, Circular 645. Washington.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) (2012). Diario Oficial de la Federación (DOF) Última Reforma DOF 04-06-2012.

LGEEPA (2021). Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente. México. Última reforma DOF 18-01-2021. Consultada en línea en enero 2021. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_180121.pdf

López-Vázquez, V. H., Balderas-Plata, M. Á., Chávez Mejía, M. C., Juan-Pérez, J. I., & Gutiérrez-Cedillo, J. G. (2015). Cambio de uso de suelo e implicaciones socioeconómicas en un área mazahua del altiplano mexicano. *CIENCIA Ergo-Sum Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 22(2): 136–144.

Magrini, A. (1990). A Avaliação de impactos ambientais. En: Meio ambiente. Aspectos técnicos e econômicos (Ed. S. Margulis). Ipea: Brasília. 238 p.

Martín Barrante María Ángeles. (2007). Integración de Indicadores de Sostenibilidad en la Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos Industriales. (Tesis, ingeniería química). Universidad de Sevilla.

Mather, P. M., & Koch, M. (2011). Computer processing of remotely-sensed images. An introduction (4th ed.).

Muñoz-Villers, L. E., & López-Blanco, J. (2008). Land use/cover changes using Landsat TM/ETM images in a tropical and biodiverse mountainous area of central-eastern Mexico. *International Journal of Remote Sensing*, 29(1), 71–93.

Nagendra, H., Lucas, R., Honrado, J. P., Tarantino, C., Adamo, M., & Mairota, P. (2013). Remote Sensing for Conservation monitoring: Assessing protected areas, habitat extent, habitat condition, species diversity, and threats. *Ecological Indicators*, (33), 45–59.

Navalgund, R. R., Jayaraman, V., & Roy, P. S. (2007). Remote sensing applications: An overview. *Current Science*, 93(12).

Olofsson, P., Foody, G. M., Herold, M., Stehman, S. V., Woodcock, C. E., & Wulder, M. A. (2014). Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. *Remote Sensing of Environment*, 148, 42–57.

Ortiz Alcaraz, Adalberto Antonio, (2006), Diagnostico Integral de los Impactos Producidos por la Industria del Turismo en Baja California Sur, Mexico. Tesis (Maestría). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, Baja California Sur.

Pastrana Pineda, Olivia (2011). Análisis de cambio de uso de suelo mediante percepción remota en el municipio de Valle de Santiago. Tesis (Maestría). Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo, A.C. CentroGeo. México. D.F.

Patil, M. B., Desai, C. G., & Umrikar, B. N. (2012). Image Classification Tool for Land Use / Land Cover Analysis: A Comparative Study of Maximum Likelihood. *International Journal of Geology, Earth, and Environmental Sciences*, 2(3), 189–196.

Peng, J., Wu, J., Yin, H., Li, Z., Chang, Q., & Mu, T. (2008). Rural land use change during 1986-2002 in Lijiang, China, based on remote sensing and GIS data. *Sensors* 8(12): 8201–8223.

Perevochtchikova, María (2013). La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. *Gestión y Política Pública*, XXII (2), 283-312.

Phiri, D., & Morgenroth, J. (2017). Developments in Landsat land cover classification methods: A review. *Remote Sensing*, 9(9), 967. <https://doi.org/10.3390/rs9090967>.

Pisanty-Levy, Julieta (1976), Aplicación preliminar del método de evaluación de impacto ambiental ocasionado por la planta núcleo eléctrica de Laguna Verde, Veracruz, (Tesis de licenciatura en biología), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Plan de Desarrollo del Estado de México (PDEM). (2018). Gobierno del Estado de México, Primera edición. México. 328 p.

Plazas Certuche, Julián Andrés, & de J. Lema Tapias, Álvaro, & León Peláez, Juan Diego (2009). Una Propuesta Estadística Para La Evaluación Del Impacto Ambiental De Proyectos De Desarrollo. *Revista Facultad Nacional De Agronomía - Medellín*, 62(1),4937-4955.

QGIS Development Team (QGIS). (2021). QGIS. Retrieved from <https://qgis.org/es/site/>

Riaño M, O. 2002. Consideraciones y métodos para la detección de cambios empleando imágenes de satélite en el municipio de Paipa. *Colombia forestal*. 7 (15) 41–62. <https://doi.org/10.14483/2256201X.3306>.

Richards, J. A., & Jia, X. (2006). *Remote Sensing Digital Image Analysis An Introduction* (4th ed.).

Rodríguez Tapia, Lilia, & Morales Novelo, Jorge A. (2011). Contaminación E Internalización De Costos En La Industria Textil. *Revista Internacional De Ciencias Sociales Y Humanidades, Sociotam*, XXI (1),143-169.

Rosete, Fernando, & Bocco, Gerardo (2003). Los sistemas de información geográfica y la percepción remota. *Herramientas integradas para los planes de manejo en comunidades forestales. Gaceta Ecológica*, (68),43-54.

Sánchez-Reyes, U. J., Niño-Maldonado, S., Barrientos-Lozano, L., & Treviño-Carreón, J. (2017). Assessment of land use-cover changes and successional stages of vegetation in the natural protected area altas cumbres, Northeastern Mexico, using Landsat satellite imagery. *Remote Sensing*, 9(7), 712.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2002), *Guía para la Presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental, Sector Hidráulico, Modalidad Particular*, Primera Edición, México. 113.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE), (2012). *La Evaluación del impacto ambiental*. México.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), (2018). *Procedimiento de evaluación Ambiental*. Página oficial. Fecha de consulta, noviembre

2020. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/procedimiento-de-evaluacion-de-impacto-ambiental>

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2018). Contenido de una Manifestación de Impacto Ambiental. Página oficial. Fecha de consulta enero 2021. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/contenido-de-una-manifestacion-de-impacto-ambiental>

Shopley, J. B., & Fuggle, R. F. (1984). Comprehensive review of current environmental impact Assessment methods and techniques. *Journal of Environmental Management*, 18, 136-153.

Sierra López, Nancy, & Zizumbo Villarreal, Lilia, & Romero Contreras, Tonatiuh, & Monterroso Salvatierra, Neptalí (2011). Ordenamiento territorial, turismo y ambiente en Valle de Bravo, México. *Cuadernos Geográficos*, (48),233-250.

Sean Sloan (2012) Historical tropical successional forest cover mapped with Landsat MSS imagery, *International Journal of Remote Sensing*, 33 (24), 7902-7935, DOI: 10.1080/01431161.2012.703344.

Soffianian, A., & Madanian, M. (2015). Monitoring land cover changes in Isfahan Province, Iran using Landsat satellite data. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(8), 543. DOI: 10.1007/s10661-015-4442-5.

United States Geological Survey (USGS). (2007). Divisions of Geologic Time-Major Chronostratigraphic and Geochronologic Units Fact Sheet. Disponible en: http://www.nwrc.usgs.gov/lib/lib_sta.htm. (Consultado mayo 25, 2021)

United States Geological Survey (USGS). (2016). Landsat 8 Data Users Handbook. Disponible en https://prd-wret.s3.us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/atoms/files/LSDS-1574_L8_Data_Users_Handbook-v5.0.pdf (Consulta: mayo 25, 2021).

Vieira, I. C. G., De Almeida, A. S., Davidson, E. A., Stone, T. A., Reis De Carvalho, C. J., & Guerrero, J. B. (2003). Classifying successional forests using Landsat spectral properties and ecological characteristics in eastern Amazônia. *Remote Sensing of Environment*, 87(4), 470–481.

Warnken, J., & Buckley, R. (1998). Scientific Quality of Tourism Environmental Impact Assessment. *Journal of Applied Ecology*, 35(1), 1-8.

Weng, Q., & Qihao, W. (2013). Introduction to Remote Sensing Systems, Data, and Applications. *Remote Sensing of Natural Resources*, (April), 3–20.

ANEXOS

ANEXO 1. FORMATO UTILIZADO PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN DE LAS MANIFESTACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL.

Número de MIA: _____ Fecha: ____ / ____ / ____
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. Modalidad: _____

DATOS GENERALES:
PROYECTO Nombre: _____ Ubicación (Municipio): _____ _____ Coordenadas: _____ Dimensiones: _____
PROMOVENTE Nombre o razón social: _____ Nacionalidad _____
RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Nombre o razón social: _____ Nombre del responsable técnico: _____

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
INFORMACIÓN GENERAL Naturaleza: _____ Inversión requerida: _____ Duración: _____
CARACTERÍSTICAS PARTICULARES Obras y actividades principales: _____ _____ Ubicación: _____ Dimensiones: _____
DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Sitios alternativos: _____ Uso del suelo: _____ Áreas de Importancia Ecológica: _____ Abandono del sitio: _____

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
VINCULACIÓN CON LEYES, ORDENAMIENTOS ECOLÓGICO, ORDENAMIENTOS URBANOS Y NORMAS:

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL
MEDIO BIÓTICO Flora bajo protección: _____ _____ Fauna bajo protección: _____ _____
MEDIO ABIÓTICO Clima: _____ Suelo: _____ Rasgos Hidrológicos: _____ Rasgos Fisiográficos: _____
ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Número de habitantes: _____ Tasa de crecimiento: _____ Distribución poblacional: _____ Población económicamente activa: _____ Población por sector económico: _____

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES
Metodología empleada: _____ _____ Impactos: _____ _____ _____

PREPARACIÓN DEL SITIO								
N°	Impacto	+/-	Extensión	Significativos/ Irreversibles	Medidas de mitigación	Grado de cumplimiento	Observaciones	Recomendaciones
CONSTRUCCIÓN								
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO								
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO								

PRONÓSTICOS AMBIENTALES	
PRONÓSTICO DEL ESCENARIO:	_____

PROGRAMA DE MONITOREO:	_____

OBSERVACIONES	
Del proyecto:	_____

Recomendaciones:	_____

