



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN  
NICOLÁS DE HIDALGO**



---

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y  
EMPRESARIALES**

**Propuesta estratégica de política pública basada en el Análisis  
Envolvente de Datos para el control de la contaminación por  
descargas de aguas residuales en Michoacán, 2022.**

**Tesis**

**Que para obtener el grado de Doctor en Políticas Públicas**

**Presenta:**

**M.G.P.S. José Sergio Pérez Galindo**

**Director de Tesis:**

**Dr. Casimiro Leco Tomás**

**Morelia, Michoacán a Mayo 2025**

**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**  
**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**  
**DOCTORADO EN POLÍTICAS PÚBLICAS**

**ACTA DE REVISIÓN DE TESIS**

En la ciudad de Morelia, Michoacán, el día 07 de abril de 2025, los miembros de la mesa de sinodales designada por el H. Consejo Técnico del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, aprobaron para presentar en examen de grado la tesis titulada:

***Propuesta estratégica de política pública basada en el Análisis Envolverte de Datos para el control de la contaminación por descargas de aguas residuales en Michoacán, 2022.***

Presentada por el alumno:

*José Sergio Pérez Galindo*

Aspirante al grado de **Doctora en Políticas Públicas**. Después de haber efectuado las revisiones necesarias, los miembros de la mesa de sinodales manifestaron SU APROBACIÓN DE LA TESIS en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

**MESA DE SINODALES**

Director de la tesis

*Dr. Casimiro Leco Tomas*

Secretario

Primer vocal

*Dr. Jerjes Izcoatl Aguirre Ochoa*

*Dr. José Odón García García*

Segundo vocal

Tercer vocal

*Dr. Carlos Francisco Ortiz Paniagua*

*Dra. América Ivonne Zamora Torres*

**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**  
**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**  
**DOCTORADO EN POLÍTICAS PÚBLICAS**

**CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS**

En la ciudad de Morelia, Michoacán, el día 07 de abril de 2025, la que suscribe, **José Sergio Pérez Galindo**, alumno del programa de Doctorado en Políticas Públicas del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, manifiesto ser el autor intelectual del presente trabajo de tesis desarrollado bajo la dirección del Dr. Casimiro Leco Tomás y cedo los derechos del trabajo titulado: *Propuesta estratégica de política pública basada en el Análisis Envolvente de Datos para el control de la contaminación por descargas de aguas residuales en Michoacán, 2022* a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo para su difusión con fines estrictamente académicos.

No está permitida la reproducción total o parcial de este trabajo de tesis, ni su tratamiento o transmisión por cualquier medio sin la autorización escrita de la autora y/o del director del mismo. Cualquier uso académico que se haga de este trabajo deberá realizarse conforme las prácticas legales establecidas para este fin.



---



*José Sergio Pérez Galindo,*

# DEDICATORIA

A mi madre, mi compañera de batallas, tu amor, apoyo y lealtad lo fueron todo en este proceso. Este grado también es tuyo.

A mi padre, por heredarme el gusto a los recursos hídricos e impulsarme y motivarme a ser mejor personal y profesionalmente.

A Luis Adrián y Juan Ángel, mis hermanos, por su comprensión, paciencia, pero sobre todo su cariño.

A Lizeth Castañeda González, por ser fuente y motivo de superación. Por tu amor, comprensión y solidaridad.

En memoria de Esther y Sergio -mis abuelos- por su influencia positiva en mi vida.

A mi abuelita Mari, por su amor y palabras de aliento permanentes

# Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), por otorgarme la beca durante los estudios del posgrado.

Agradezco de manera especial al Dr. Casimiro Leco Tomás, director de esta tesis, por su rigurosa orientación, su apoyo académico constante y su compromiso con la excelencia, que fueron determinantes para la culminación de este trabajo

A mis sinodales, la Dra. América Ivonne Zamora Torres, Dr. José Odón García García, Dr. Carlos Francisco Ortiz Paniagua y Dr. Jerjes Izcóatl Aguirre, quienes desde sus respectivas áreas de conocimiento enriquecieron este trabajo con sus valiosas aportaciones, orientación y constante apoyo.

Agradezco al personal de la Comisión Nacional del Agua, en especial al Lic. Abán Praxedis Román Franco, Lic. Karen Giselle Cruz Guerrero, Ing. Luis Miguel Rivera Chávez, Mtra. Maribel Rojas Vázquez, Ing. Eliseo Villagrana Villagrana, Ing. Jesús Camacho Pérez, Ing. Juan Francisco Román de la Cruz, C.p. Griselda López Ramos, Lic. José Alberto Jiménez Jiménez, C.P. Luisa María Rojas Aguilera y al Ing. Leomando de Dios Hernández, por su respaldo y colaboración, que fueron determinantes para la conclusión de este proyecto

Agradezco al Lic. José Héctor Gutiérrez Soto, Secretario General de la Sección 29 del Sindicato de Trabajadores de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por las facilidades y apoyo brindado a lo largo de mi trayectoria académica y profesional.

A la Dra. Lizeth Castañeda González, cuya comprensión y amor fueron fundamentales para la culminación de este proyecto, mi gratitud infinita.

A mis padres y hermanos, por su amor, paciencia y apoyo permanente, aún y en los momentos de ausencia que exigió este camino académico.

A mis compañeros, amigos de Francachela y profesores, por las enseñanzas, las vivencias y las alegrías compartidas a lo largo de este camino.

# ÍNDICE

|                         |    |
|-------------------------|----|
| Índice de cuadros ..... | 9  |
| Índice de gráficos..... | 10 |
| Índice de tablas.....   | 11 |
| Índice de imágenes..... | 12 |
| Siglas .....            | 13 |
| Glosario .....          | 15 |
| Resumen .....           | 18 |
| Abstract.....           | 19 |
| Introducción .....      | 20 |

## CAPÍTULO I

### FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....26

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| 1.1 Planteamiento del problema .....          | 26 |
| 1.2 Contexto hídrico en México-Michoacán..... | 31 |
| 1.3 Preguntas de investigación.....           | 40 |
| 1.3.1 Pregunta general .....                  | 40 |
| 1.3.2 Preguntas específicas .....             | 40 |
| 1.4 Objetivos de la investigación .....       | 41 |
| 1.4.1 Objetivo general.....                   | 41 |
| 1.4.2 Objetivos específicos.....              | 41 |
| 1.5 Hipótesis de la investigación .....       | 42 |
| 1.5.1 Hipótesis general .....                 | 42 |
| 1.5.2 Hipótesis específicas .....             | 42 |
| 1.6 Justificación .....                       | 44 |

## CAPÍTULO II

### POLÍTICAS PÚBLICAS Y SANCIONES AMBIENTALES: FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA LA GESTIÓN Y CONTROL DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES..47

|                                                                                    |           |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Apartado I. La política pública hídrica en México y su evaluación .....</b>     | <b>47</b> |
| 2.1 El origen de las políticas.....                                                | 48        |
| 2.2 <i>Polity, politics y policy</i> .....                                         | 49        |
| 2.3 Concepto de política pública.....                                              | 50        |
| 2.4 El ciclo de las políticas públicas .....                                       | 52        |
| 2.4.1 Identificación del problema .....                                            | 53        |
| 2.4.2 Diseño.....                                                                  | 55        |
| 2.4.3 Implementación .....                                                         | 57        |
| 2.4.4 Evaluación .....                                                             | 59        |
| 2.5 Clasificación de la política pública .....                                     | 60        |
| 2.6 Política ambiental: Principios, concepto e instrumentos.....                   | 63        |
| 2.7 Agua y sostenibilidad, perspectivas y retos en el mediano y largo plazos ..... | 70        |
| 2.8 Gestión ambiental de los recursos hídricos.....                                | 73        |
| 2.9 Gestión integral y gobernanza del agua .....                                   | 77        |
| 2.10 La política hídrica en México .....                                           | 82        |
| 2.11 Evaluación de la política ambiental e hídrica en México .....                 | 85        |

|                                                                                                            |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Apartado II. Sanciones Ambientales en América Latina y E.U.A: Un análisis comparativo .....</b>         | <b>90</b>  |
| 2.12 Ley de aguas de Venezuela .....                                                                       | 91         |
| 2.13 Ley general de aguas nacionales de Nicaragua.....                                                     | 92         |
| 2.14 Ley de recursos hídricos de Paraguay .....                                                            | 93         |
| 2.15 Perú y la Ley No. 17752 .....                                                                         | 93         |
| 2.16 El Decreto No. 181-2009 de Honduras.....                                                              | 94         |
| 2.17 Argentina y la Ley de gestión ambiental del agua .....                                                | 96         |
| 2.18 Ley orgánica de recursos hídricos de Ecuador .....                                                    | 97         |
| 2.19 Estados Unidos de América y la "Clean Water Act" .....                                                | 97         |
| 2.20 Niveles de justicia, una aproximación del poder sancionador ambiental .....                           | 98         |
| <b>Apartado III. Las Descargas de Aguas Residuales y su Regulación en México .....</b>                     | <b>103</b> |
| 2.21 Los usos consuntivos agua y sus implicaciones en la contaminación .....                               | 103        |
| 2.21.1 Uso público urbano.....                                                                             | 106        |
| 2.21.2 Uso agrícola.....                                                                                   | 108        |
| 2.21.3 Uso industrial .....                                                                                | 109        |
| 2.22 Las aguas residuales, una noción conceptual.....                                                      | 111        |
| 2.23 Marco jurídico de las aguas residuales en México .....                                                | 114        |
| 2.23.1 Histórico normativo .....                                                                           | 114        |
| 2.23.2 Base constitucional.....                                                                            | 118        |
| 2.23.3 Jurisprudencia en materia hídrica.....                                                              | 121        |
| 2.23.4 Ley de aguas nacionales con enfoque en descargas de aguas residuales ..                             | 123        |
| 2.23.5 Norma oficial mexicana 001 1996-2021 .....                                                          | 127        |
| 2.24 La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).....                                                          | 133        |
| <b>Apartado IV. Facultad Sancionadora del Estado: Principios, Procedimientos y Régimen de Multas .....</b> | <b>138</b> |
| 2.25 La facultad potestativa del Estado - El derecho sancionador.....                                      | 141        |
| 2.26 Los principios de la potestad sancionadora.....                                                       | 144        |
| 2.26.1 Principio de legalidad.....                                                                         | 145        |
| 2.26.2 Reserva legal.....                                                                                  | 146        |
| 2.26.3 Principio de tipicidad.....                                                                         | 147        |
| 2.26.4 Principio de culpabilidad .....                                                                     | 148        |
| 2.26.5 Principio de <i>non bis in idem</i> .....                                                           | 149        |
| 2.26.6 Principio de proporcionalidad .....                                                                 | 150        |
| 2.27 Las infracciones y el caso de las descargas de aguas residuales en la Ley de aguas nacionales.....    | 151        |
| 2.28 Procedimiento administrativo de imposición de sanciones .....                                         | 154        |
| 2.29 Multas por descargas de aguas residuales en Michoacán.....                                            | 159        |
| <b>Apartado V. Factores prácticos en la implementación de sanciones .....</b>                              | <b>163</b> |
| 2.30 Factores jurídicos .....                                                                              | 163        |
| 2.30.1 Servidores públicos .....                                                                           | 163        |
| 2.30.2 Inspecciones.....                                                                                   | 164        |
| 2.30.3 Impugnaciones .....                                                                                 | 166        |
| 2.31 Factores técnicos.....                                                                                | 168        |
| 2.31.1 Permisos de descarga .....                                                                          | 169        |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 2.31.2 Permisos de hecho .....    | 170 |
| 2.31.3 Calidad del agua.....      | 172 |
| 2.31.4 Presupuesto asignado ..... | 177 |

### **CAPÍTULO III**

|                                                                                                     |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>EFICIENCIA NO PARAMÉTRICA CON PRESENCIA DE BAD OUTPUTS, UNA REVISIÓN AL ESTADO DEL ARTE.....</b> | <b>181</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|

|                                           |     |
|-------------------------------------------|-----|
| 3.1 Eficiencia judicial .....             | 182 |
| 3.2 Eficiencia en el sector público ..... | 183 |
| 3.3 Eficiencia en materia ambiental.....  | 185 |

### **CAPÍTULO IV**

|                                                                |            |
|----------------------------------------------------------------|------------|
| <b>FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS DE LA EFICIENCIA.....</b> | <b>188</b> |
|----------------------------------------------------------------|------------|

|                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.1 Productividad .....                                                   | 188 |
| 4.2 Eficiencia .....                                                      | 189 |
| 4.2.1 Antecedentes teóricos de la eficiencia .....                        | 191 |
| 4.3 La estimación de la eficiencia.....                                   | 192 |
| 4.3.1 Eficiencia Técnica.....                                             | 193 |
| 4.3.2 Eficiencia asignativa .....                                         | 196 |
| 4.4 Metodología para la estimación de la eficiencia.....                  | 197 |
| 4.4.1 Métodos de frontera.....                                            | 197 |
| 4.4.2 Métodos de no frontera.....                                         | 198 |
| 4.5 El Análisis envolvente de datos (DEA) .....                           | 199 |
| 4.5.1 Programación lineal .....                                           | 200 |
| 4.5.2 Benchmarking.....                                                   | 200 |
| 4.5.3 Análisis slack .....                                                | 201 |
| 4.6 Tipos de modelo en el Análisis Envolvente de Datos.....               | 202 |
| 4.6.1 Por su orientación.....                                             | 203 |
| 4.6.2 Rendimientos constantes a escala (CRS).....                         | 203 |
| 4.6.3 Rendimientos variables a escala (VRS) .....                         | 204 |
| 4.7 Ventajas e inconvenientes del Análisis Envolvente de Datos (DEA)..... | 205 |
| 4.8 Bad outputs, tratamiento en modelos DEA.....                          | 206 |

### **CAPÍTULO V**

|                                                                                                      |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>MODELO DE EFICIENCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE SANCIONES POR DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES.....</b> | <b>208</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|

|                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.1 Justificación de la medición de eficiencia a través del Análisis Envolvente de Datos (DEA) ..... | 208 |
| 5.2 Tipo de modelo .....                                                                             | 209 |
| 5.3 Unidades de Toma de Decisión (DMU's) .....                                                       | 210 |
| 5.4 Variables disponibles para el análisis de eficiencia.....                                        | 211 |
| 5.4.1 <i>Inputs</i> .....                                                                            | 212 |
| 5.4.2 <i>Outputs</i> .....                                                                           | 213 |
| 5.4.3 <i>Bad outputs</i> .....                                                                       | 214 |
| 5.5 Análisis Factorial.....                                                                          | 215 |



|                                                                                                                                 |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.5.1 Proceso de reducción de datos .....                                                                                       | 216        |
| <b>CAPÍTULO VI</b>                                                                                                              |            |
| <b>ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA EFICIENCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE SANCIONES POR DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES .....</b>        | <b>218</b> |
| 6.1 Resultados del Análisis factorial. ....                                                                                     | 218        |
| 6.1.1 Selección de <i>Inputs</i> , <i>outputs</i> y <i>bad outputs</i> .....                                                    | 225        |
| 6.2 Eficiencia de la Comisión Nacional del Agua en la implementación de sanciones por descargas de aguas residuales, 2022. .... | 225        |
| 6.3 Escala de eficiencia en la implementación de sanciones.....                                                                 | 228        |
| 6.4 Resultados de Benchmarking.....                                                                                             | 234        |
| 6.5 Análisis <i>Slack</i> DEA – VRS.....                                                                                        | 238        |
| <b>CAPÍTULO VII</b>                                                                                                             |            |
| <b>PROPUESTA ESTRATÉGICA PARA EFICIENTAR EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES .....</b>             | <b>252</b> |
| 7.1 DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CUMPLIMIENTO PRIORITARIO (SCP).....                                            | 253        |
| 7.2 PLAN DE OPTIMIZACIÓN DEL GASTO PÚBLICO (POGP) .....                                                                         | 257        |
| 7.3 PROPUESTA DE EFICIENCIA PARA EL ESTADO DE MICHOACÁN .....                                                                   | 263        |
| <b>Conclusiones y Recomendaciones .....</b>                                                                                     | <b>268</b> |
| <b>Fuentes consultadas .....</b>                                                                                                | <b>274</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                                                                                                              | <b>301</b> |
| ANEXO 1. Histórico hídrico, jurídico y presupuestal de la Comisión Nacional del Agua .....                                      | 301        |
| ANEXO 2. Matriz de congruencia.....                                                                                             | 302        |
| ANEXO 3. Organigrama de la Comisión Nacional del Agua .....                                                                     | 303        |
| ANEXO 4. Prueba de normalidad .....                                                                                             | 305        |
| ANEXO 5. Resultados de Eficiencia Global .....                                                                                  | 305        |

## Índice de cuadros

|                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Cuadro 1. Permisos de descarga y volumen de descarga a nivel nacional.....                                     | 27  |
| Cuadro 2. Permisos de descarga y volumen de descarga en el Estado de Michoacán.....                            | 29  |
| Cuadro 3. Volúmenes de agua concesionados para usos consuntivos (cifras acumuladas a diciembre de 1999).....   | 32  |
| Cuadro 4. Volúmenes de agua concesionados para usos consuntivos (cifras acumuladas a diciembre de 2004).....   | 33  |
| Cuadro 5. Volúmenes de agua concesionados para usos consuntivos (cifras acumuladas a diciembre de 2012).....   | 35  |
| Cuadro 6. Volúmenes de agua concesionados para usos consuntivos (cifras acumuladas a diciembre de 2020).....   | 37  |
| Cuadro 7. Clasificación de las políticas públicas.....                                                         | 62  |
| Cuadro 8. Evaluación de las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental..                                  | 88  |
| Cuadro 9. Evaluaciones de la Auditoría Superior de la Federación (ASM) al sector hídrico.....                  | 89  |
| Cuadro 10. Índice de justicia en países de América Latina.....                                                 | 100 |
| Cuadro 11. Procedimiento sancionador por descargas de aguas residuales .....                                   | 158 |
| Cuadro 12. Parámetros evaluados en cuerpos de aguas en México .....                                            | 173 |
| Cuadro 13. Parámetros evaluados en cuerpos de aguas superficiales en México .....                              | 174 |
| Cuadro 14 Parámetros evaluados en cuerpos de aguas subterráneas en México .....                                | 175 |
| Cuadro 15. Semáforo de calidad del agua subterránea en México .....                                            | 175 |
| Cuadro 16. Semáforo de calidad del agua superficial en México.....                                             | 176 |
| Cuadro 17. Artículos sobre medición de la eficiencia judicial con métodos no paramétricos.....                 | 182 |
| Cuadro 18. Artículos sobre medición de la eficiencia del sector público con métodos no paramétricos.....       | 184 |
| Cuadro 19. Artículos sobre medición de la eficiencia ambiental con métodos no paramétricos.....                | 186 |
| Cuadro 20. Direcciones Locales y Organismos de Cuenca de la CONAGUA .....                                      | 210 |
| Cuadro 21. Inputs, Outputs y Bad outputs definitivos.....                                                      | 225 |
| Cuadro 22. Benchmark (Lambda) de las oficinas a nivel estatal y regional de la Comisión Nacional del Agua..... | 235 |
| Cuadro 23. Análisis slack .....                                                                                | 238 |
| Cuadro 24. Resultados globales de variables Slacks (inputs) .....                                              | 253 |
| Cuadro 25. Sistema de Cumplimiento Prioritario (SCP) .....                                                     | 256 |
| Cuadro 26. Plan de Optimización del Gasto Público (POGP).....                                                  | 260 |
| Cuadro 27. Base de datos Michoacán - Tamaulipas 2022 .....                                                     | 264 |
| Cuadro 28. Valores Slacks para inputs, output y bad output en el Estado de Michoacán.....                      | 264 |

## Índice de gráficos

|                                                                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gráfico 1. Semáforo de calidad del agua de sistemas lénticos (izquierda) y lóticos (derecha) a nivel nacional 2022. ....          | 28  |
| Gráfico 2. Semáforo de calidad del agua de sistemas lénticos (izquierda) y lóticos (derecha) en el Estado de Michoacán 2022.....  | 29  |
| Gráfico 3. Volúmenes de agua concesionados en México 1999.....                                                                    | 32  |
| Gráfico 4. Volúmenes de agua concesionados en México 2004.....                                                                    | 34  |
| Gráfico 5. Volúmenes de agua concesionados en México 2012.....                                                                    | 36  |
| Gráfico 6. Volúmenes de agua concesionados en México 2020.....                                                                    | 38  |
| Gráfico 7. Volumen concesionado por fuente de abastecimiento (miles de hm <sup>3</sup> ). 106                                     |     |
| Gráfico 8. Volumen concesionado por fuente de abastecimiento para uso público urbano 2001-2020. (miles de hm <sup>3</sup> ). .... | 107 |
| Gráfico 9. Comportamiento del volumen concesionado para el uso agrícola 2001-2020 (miles de hm <sup>3</sup> ). ....               | 109 |
| Gráfico 10. Comportamiento del volumen concesionado para el uso agrícola 2001-2020 (miles de hm <sup>3</sup> ). ....              | 110 |
| Gráfico 11. Impuesto Píguviano .....                                                                                              | 171 |
| Gráfico 12. Representación de Productividad y Eficiencia .....                                                                    | 190 |
| Gráfico 13. Eficiencia Técnica .....                                                                                              | 194 |
| Gráfico 14. Rendimientos constantes y Variables a escala.....                                                                     | 205 |
| Gráfico 15. Gráfica de sedimentación .....                                                                                        | 222 |
| Gráfico 16. Resultados de eficiencia globales .....                                                                               | 227 |
| Gráfico 17. Porcentaje de DMU's con mayor referencia Benchmarking .....                                                           | 236 |

## Índice de tablas

|                                                                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 1. Límites máximos permisibles para contaminantes básicos en descargas a cuerpos de aguas superficiales. ....                        | 128 |
| Tabla 2. Límites máximos permisibles para metales pesados y cianuro en descargas a cuerpos de aguas superficiales. ....                    | 128 |
| Tabla 3. Límites máximos permisibles para contaminantes básicos en descargas a cuerpos de aguas superficiales NOM-001-SEMARNAT-2021 .....  | 129 |
| Tabla 4. Límites máximos permisibles para metales pesados y cianuros en descargas a cuerpos de aguas superficiales NOM-001-SEMARNAT-2021.. | 130 |
| Tabla 5. Regiones hidrológicas administrativas de la CONAGUA. ....                                                                         | 135 |
| Tabla 6. Variables disponibles en la Comisión Nacional del Agua.....                                                                       | 214 |
| Tabla 7. Matriz de correlaciones de Spearman .....                                                                                         | 219 |
| Tabla 8. Matrices anti-imagen .....                                                                                                        | 220 |
| Tabla 9. Resultados de las pruebas KMO y Bartlett .....                                                                                    | 221 |
| Tabla 10. Resultado de Comunalidades de las variables para el AF .....                                                                     | 221 |
| Tabla 11. Varianza total explicada .....                                                                                                   | 222 |
| Tabla 12. Matriz de componente <sup>a</sup> .....                                                                                          | 223 |
| Tabla 13. Matriz de componente rotado <sup>a</sup> .....                                                                                   | 223 |
| Tabla 14. Matriz de transformación de componente.....                                                                                      | 224 |
| Tabla 15. Índice global de la eficiencia en la implementación de sanciones por descargas de aguas residuales por la CONAGUA, 2022. ....    | 226 |

## Índice de imágenes

|                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Imagen 1. Factores jurídicos de las sanciones administrativas-ambientales. ....              | 167 |
| Imagen 2. Factores técnico-administrativos de las sanciones ambientales. ....                | 180 |
| Imagen 3. Benchmarking por Entidad Federativa de las entidades eficientes. ....              | 230 |
| Imagen 4. Benchmarking por Entidad Federativa con resultados Subóptimos<br>Intermedios ..... | 231 |
| Imagen 5. Benchmarking por Entidad Federativa con resultados Subóptimos Bajos<br>.....       | 232 |
| Imagen 6. Benchmarking por Entidad Federativa con resultados Subóptimos<br>Críticos.....     | 233 |

## Siglas

|         |                                                                                         |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| ACP     | Análisis de Componentes Principales                                                     |
| AF      | Análisis Factorial                                                                      |
| AFC     | Análisis Factorial de Confirmación                                                      |
| AFE     | Análisis Factorial Exploratorio                                                         |
| CEPAL   | Comisión Económica para América Latina y el Caribe                                      |
| CETESB  | Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - Compañía Ambiental del Estado de São Paulo |
| CF      | Coliformes Fecales                                                                      |
| CONAGUA | Comisión Nacional del Agua                                                              |
| CPEUM   | Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos                                   |
| CRS     | Rendimientos Constantes a eEscala                                                       |
| CWA     | Clean Water Act - Ley de Agua Limpia                                                    |
| DBO     | Demanda Bioquímica de Oxígeno                                                           |
| DEA     | Data Envelopment Analysis -Análisis Envolvente de Datos                                 |
| DMU     | Decision Making Unit – Unidad de Toma de Decisión                                       |
| DOF     | Diario Oficial de la Federación                                                         |
| DQO     | Demanda Química de Oxígeno                                                              |
| E_COLI  | Escherichia Coli                                                                        |
| EAE     | Evaluación Estratégica Ambiental                                                        |
| EIA     | Evaluación de impacto ambiental                                                         |
| ENTEROC | Enterococos                                                                             |
| FAO     | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura               |
| GIRH    | Gestión Integral de Recursos Hídricos                                                   |
| ICA     | Índice de Calidad del Agua                                                              |
| NOM     | Norma Oficial Mexicana                                                                  |
| NSF     | National Sanitation Foundation – Fundación Nacional de Saneamiento                      |
| OCDE    | Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos                             |
| OD%     | Oxígeno Disuelto Porcentual                                                             |
| OEA     | Organización de los Estados Americanos                                                  |
| ONU     | Organización de las Naciones Unidas                                                     |

|          |                                                      |
|----------|------------------------------------------------------|
| PND      | Plan Nacional de Desarrollo                          |
| PNH      | Programa Nacional Hídrico                            |
| PP       | Políticas Públicas                                   |
| PPP      | Plan, Programa y Proyectos                           |
| REPDA    | Registro Público de Derechos de Agua                 |
| SCJN     | Suprema Corte de Justicia de la Nación               |
| SEMARNAT | Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales    |
| SIAPS    | Sistema de Información de Agua Potable y Saneamiento |
| SPSS     | Statistical Package for the Social Sciences          |
| SST      | Sólidos Suspendidos Totales                          |
| TOX      | Toxicidad                                            |
| VRS      | Rendimientos Variables a Escala                      |
| ASF      | Auditoría Superior de la Federación                  |

## Glosario

**Aguas residuales:** Agua utilizada en actividades domésticas, industriales o agrícolas y que contienen contaminantes físicos, químicos o biológicos. En México, la Ley de Aguas Nacionales regula su manejo y descarga (Ley de aguas nacionales, 1992).

**Análisis Envolvente de Datos (DEA):** Método de programación lineal utilizado para evaluar la eficiencia relativa de unidades de toma de decisiones (DMU's), considerando múltiples inputs y outputs (Charnes *et al.*, 1978).

**Análisis Factorial:** Técnica estadística utilizada para reducir la cantidad de variables en un estudio, agrupándolas en factores subyacentes que explican su variabilidad (Navarro *et al.*, 2016; Navarro y Delfín, 2020).

**Análisis Slack:** Método dentro del Análisis Envolvente de Datos (DEA) que mide el desperdicio de recursos o la ineficiencia en la asignación de insumos. Es fundamental para identificar las mejoras necesarias en unidades evaluadas (Cooper *et al.*, 2011).

**Bad output:** Salidas que se pueden generar dadas las entradas en un sistema de producción (Delfín *et al.*, 2021)

**Benchmarking:** Método de comparación que evalúa el desempeño de unidades de decisión similares, analizando cómo las más eficientes alcanzaron altos niveles de rendimiento (Gutiérrez, 2010).

**Calidad del agua:** Medida de las características físicas, químicas y biológicas del agua, determinada por parámetros establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM-001-SEMARNAT-2021).



**Comisión Nacional del Agua (CONAGUA):** Organismo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales encargado de la administración y regulación de los recursos hídricos en México (Ley de aguas nacionales, 1992).

**Descargas de aguas residuales:** Vertido, infiltración, depósito o inyección de aguas residuales en cuerpos receptores, ya sean superficiales o subterráneos (Ley de Aguas Nacionales, 2020).

**Eficiencia Asignativa:** Capacidad de asignar recursos de manera óptima para maximizar resultados sin desperdiciar insumos (Färe *et al.*, 2004).

**Eficiencia Técnica:** Capacidad de una entidad para maximizar la producción con los recursos disponibles (Charnes *et al.*, 1978).

**Evaluación de Políticas Públicas:** Proceso de análisis para medir el impacto y eficacia de una política en la resolución de problemas públicos. (Aguilar, 2012).

**Facultad Sancionadora del Estado:** Atribución legal del gobierno para imponer sanciones a quienes incumplan regulaciones administrativas / ambientales, a través de sus órganos (Ossa, 2000).

**Instrumentos de Política Ambiental:** Herramientas regulatorias utilizadas para controlar y mitigar el impacto ambiental como permisos, sanciones, incentivos económicos y normas de calidad ambiental (OCDE, 2016).

**Input:** Recursos o insumos utilizados en un proceso de producción (Cooper *et al.*, 2011).

**Norma Oficial Mexicana (NOM-001-SEMARNAT-2021):** Regulación que establece límites permisibles de contaminantes en descargas de aguas residuales a cuerpos de agua superficiales.

**Output:** Resultados o productos obtenidos en un proceso (Cooper *et al.*, 2011).

**Política Ambiental:** Conjunto de normas y estrategias diseñadas para regular el impacto humano en el medio ambiente (Aguilar, 2013).

**Sanciones:** Consecuencia jurídica que produce el incumplimiento jurídico en relación con el obligado, a efecto de mantener la observancia de las normas, reponer el orden jurídico violado y reprimir las conductas contrarias al mandato legal (García, 2002)

**Unidades de Toma de Decisión (DMU's):** Entidades evaluadas en términos de eficiencia dentro del análisis DEA. (Charnes *et al.*, 1978).

**Uso del Agua Público Urbano:** Aplicación de agua para centros de población y asentamientos humanos, a través de la red municipal (Ley de aguas nacionales, 1992)

**Uso del Agua Industrial:** Aplicación del agua en procesos productivos dentro de fábricas o empresas dedicadas a la extracción, conservación o transformación de materias primas y minerales (Ley de Aguas Nacionales, 2020).

## Resumen

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la eficiencia en la implementación de sanciones por descargas de aguas residuales a cargo de la Comisión Nacional del Agua en el Estado de Michoacán durante el año 2022, utilizando el Análisis Envolvente de Datos (DEA). La investigación surge derivado del alto nivel de contaminación generado por actividades industriales y públicas urbanas, cuestionando la eficiencia del mecanismo coercitivo establecido en la Ley de Aguas Nacionales vigente. El modelo fue desarrollado bajo un enfoque de rendimientos variables a escala (VRS), orientación al input (sanciones) y con inclusión de bad outputs (porcentaje de agua fuera de la NOM-001-SEMARNAT-2021). Los resultados revelan que Michoacán se encuentra en un nivel de subóptimo, evidenciando áreas de mejora para reducir el porcentaje de agua fuera de la norma oficial mexicana y, al mismo tiempo, incrementar la calidad del agua en cuerpos receptores superficiales.

Como parte de este análisis, se propone diseñar e implementar conjuntamente un Sistema de Cumplimiento Prioritario y un Plan de Optimización de Gasto Público que permita eficientar el uso de recursos públicos, desahogar inspecciones en zonas críticas y estratégicas y, fortalecer el control de la contaminación a través de instrumentos jurídicos que promuevan el cumplimiento de las obligaciones administrativas y fiscales.

Palabras Clave: Aguas Residuales; Sanciones; Análisis Envolvente de Datos (DEA); Comisión Nacional del Agua (CONAGUA); Inputs-Outputs-Bad outputs.

## Abstract

This study aims to evaluate the efficiency in implementing penalties for wastewater discharges by the National Water Commission (Comisión Nacional del Agua - CONAGUA) in the State of Michoacán during 2022, employing Data Envelopment Analysis (DEA). This research arises due to the high pollution levels generated by industrial and urban public activities, questioning the efficiency of the coercive mechanism established in the current National Water Law. The model was developed under a variable returns to scale (VRS) approach, input-oriented (penalties), and includes bad outputs (percentage of water non-compliant with NOM-001-SEMARNAT-2021). Results indicate that Michoacán operates at a suboptimal efficiency level, highlighting improvement areas to decrease the percentage of water not meeting the Mexican official standard while simultaneously enhancing water quality in surface receiving bodies.

As part of this analysis, a Priority Compliance System and a Public Expenditure Optimization Plan are proposed to be jointly designed and implemented. These would enhance public resource utilization, streamline inspections in critical and strategic areas, and strengthen pollution control through legal instruments promoting compliance with administrative and fiscal obligations.

**Keywords:** Wastewater; Penalties; Data Envelopment Analysis (DEA); National Water Commission (CONAGUA); Inputs-Outputs-Badoutputs.

## Introducción

La gestión eficiente del recurso hídrico representa uno de los mayores retos ambientales, económicos y sociales a nivel global. Su disponibilidad y calidad no solo resultan fundamentales para la sostenibilidad, sino también desempeñan un papel crucial en el desarrollo económico y en la calidad de vida.

El agua funge como un elemento transversal que incide directamente en la salud pública, la seguridad alimentaria y la conservación de los ecosistemas, al tiempo que contribuye al progreso de las naciones (Rojas y Tzatchkov, 2022). Sin embargo, el acelerado crecimiento de la población mundial y la intensificación de las actividades industriales y urbanas han incrementado su demanda de agua, generando un desequilibrio entre la disponibilidad del recurso y su explotación (*United Nations World Water Assessment Programme [WWAP], 2021*).

El escenario global actual, evidencia además de una sobreexplotación de las fuentes hídricas, un aumento significativo en la generación de aguas residuales, muchas veces vertidas sin tratamiento previo, lo cual afecta la calidad del agua. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2021), cerca del 80% de las aguas residuales producidas en el mundo no reciben un tratamiento adecuado antes de su descarga, contribuyendo a la degradación de los ecosistemas acuáticos y a la pérdida de biodiversidad. Este panorama se agrava aún más en los países en desarrollo, donde la infraestructura y los sistemas de control ambiental suelen ser insuficientes para gestionar los volúmenes crecientes de contaminantes (OECD, 2012).

En este contexto, el sector industrial y el público urbano se han convertido en actores determinantes. Por un lado, incrementan la demanda de agua para sostener procesos productivos y el crecimiento poblacional y, por otro, generan importantes volúmenes de aguas residuales, cuyo inadecuado manejo se traduce en la contaminación de los cuerpos receptores superficiales y subterráneos. Este

fenómeno pone en riesgo la calidad de los recursos hídricos, comprometiendo su disponibilidad para usos futuros y afectando la capacidad de los ecosistemas para autorregularse.

En México, la problemática hídrica se ha intensificado en las últimas décadas, de acuerdo con la Comisión Nacional del Agua, la disponibilidad de agua renovable per cápita pasó de 18,035 m<sup>3</sup>/habitante/año en 1950 a tan solo 3,569 m<sup>3</sup>/habitante/año en 2022, revelando una tendencia preocupante atribuida al crecimiento demográfico, la urbanización no planificada y la sobreexplotación de acuíferos (2023).

Simultáneamente, se calcula que cerca del 50% de los cuerpos de agua superficial presentan algún grado de contaminación, afectando su aptitud para distintos usos y comprometiendo la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos. Esta situación resulta especialmente crítica en regiones como el Valle de México y el norte del país, donde la presión sobre el recurso es máxima.

El estado de Michoacán, por su parte, constituye un caso emblemático de la crisis hídrica en México. A lo largo de su historia, la región se ha distinguido por su abundancia en recursos hídricos, albergando cuerpos de agua de importancia nacional como el Lago de Pátzcuaro, el Lago de Cuitzeo y diversas cuencas fluviales. No obstante, los registros recientes sobre la calidad del agua evidencian un deterioro progresivo, reflejado en el aumento de cuerpos acuáticos clasificados en el “semáforo rojo”, lo que indica niveles críticos de contaminación (CONAGUA, 2022).

Este fenómeno responde, en gran medida, a la inobservancia de la normativa y la limitada eficiencia de la implementación de sanciones. Aunque el marco legal mexicano contempla herramientas como impuestos ambientales, concesiones, normas oficiales y sanciones administrativas, esta última -ejercida a través de la CONAGUA- no ha generado los resultados esperados para que industrias y

municipios cumplan cabalmente con sus obligaciones de descarga de aguas residuales. Esta carencia se traduce en una crisis ambiental de gran escala que demanda una revisión exhaustiva de los mecanismos de control y de la eficiencia de las políticas públicas en el ámbito hídrico (Wieland, 2017).

En este contexto, es imprescindible realizar una evaluación rigurosa de la eficiencia de la política ambiental aplicada en el control de la contaminación hídrica. La presente investigación se centra en la implementación de sanciones por descargas de aguas residuales en el estado de Michoacán durante el año 2022, utilizando el Análisis Envolvente de Datos (DEA) con la presencia de *bad outputs*. Esta metodología no paramétrica permite medir la eficiencia relativa de las unidades de toma de decisión –en este caso, las oficinas y direcciones de la CONAGUA– al considerar múltiples insumos y productos, incluyendo aquellas salidas negativas que reflejan los impactos ambientales adversos de las descargas contaminantes.

El uso del DEA resulta pertinente en este estudio, ya que facilita la comparación del desempeño de diferentes unidades operativas, permitiendo identificar aquellas que han optimizado el uso de recursos como el número de inspectores, la cantidad de inspecciones realizadas, la aplicación de sanciones y el presupuesto asignado. De esta manera, se busca determinar no solo el nivel de eficiencia de la Dirección Local Michoacán de la CONAGUA, sino también establecer *benchmarks* que sirvan de referencia para la mejora continua en la gestión del recurso hídrico.

La relevancia de este estudio radica en múltiples aspectos. En primer lugar, desde una perspectiva ambiental, mejorar la eficiencia en la implementación de sanciones es fundamental para reducir los niveles de contaminación en los cuerpos de agua, lo que a su vez contribuye a la conservación de los ecosistemas y a la protección de la biodiversidad. En segundo, desde el punto de vista de la salud pública, un mejor control de la calidad del agua implica una reducción en los riesgos asociados a enfermedades transmitidas por agua contaminada, beneficiando a las comunidades locales. Además, la optimización en el uso de recursos públicos y la

mejora en la aplicación de sanciones fortalecen el marco normativo y la capacidad operativa de la autoridad hídrica, generando efectos positivos en términos de gobernanza y rendición de cuentas.

La investigación se articula en función de una serie de capítulos que abordan de manera integral los diversos aspectos de la problemática y la metodología aplicada. En el Capítulo I, se presentan los fundamentos de la investigación, donde se describe el planteamiento del problema, se contextualiza la situación hídrica tanto a nivel nacional como en el estado de Michoacán, y se formulan las preguntas de investigación, los objetivos y las hipótesis que guían el estudio. Asimismo, en este capítulo se establece la justificación de la investigación, destacando su relevancia ambiental, social, económica y normativa.

El Capítulo II se centra en el análisis de las políticas públicas y las sanciones ambientales, proporcionando los fundamentos teóricos necesarios para comprender la gestión y el control de las descargas de aguas residuales. En este apartado se revisa la evolución de la política pública en México, los instrumentos regulatorios disponibles y se realiza una comparación con los marcos normativos de otros países, tales como los de América Latina y Estados Unidos. Esta sección es crucial para entender el contexto en el que se implementan las sanciones y para identificar las debilidades del sistema actual.

En el Capítulo III, se profundiza en los fundamentos teóricos de la gestión del agua y la regulación de las descargas residuales en México. Se aborda el marco jurídico que rige el aprovechamiento del recurso hídrico, las normas oficiales aplicables y el papel de la CONAGUA en la supervisión y el control de la calidad del agua. Además, se exploran los conceptos relacionados con los usos consuntivos del agua y se analizan los indicadores de calidad hídrica, lo cual permite establecer una base empírica para la evaluación de la eficiencia en la implementación de sanciones.



El Capítulo IV se dedica a la revisión de la literatura sobre eficiencia en el sector público, ambiental y judicial, así como a la presentación de estudios previos que han empleado metodologías no paramétricas para la medición de la eficiencia. Esta revisión permite contextualizar el uso del Análisis Envolvente de Datos (DEA) como herramienta adecuada para el presente estudio y para identificar las ventajas e inconvenientes de su aplicación en el ámbito de la gestión ambiental.

El Capítulo V aborda los fundamentos teórico-metodológicos de la eficiencia, proporcionando un análisis exhaustivo de conceptos como la productividad, la eficiencia técnica y la eficiencia asignativa. En este apartado se describen los métodos de estimación de la eficiencia, tanto de frontera como no frontera, y se profundiza en el funcionamiento y la implementación del DEA, incluyendo aspectos relacionados con la programación lineal, el benchmarking y el análisis slack. Se dedica especial atención al tratamiento de *bad outputs*, que son fundamentales para reflejar el impacto negativo de las descargas contaminantes.

En el Capítulo VI, se detalla el desarrollo del modelo de eficiencia aplicado a la implementación de sanciones por descargas de aguas residuales en Michoacán durante el año 2022. Se justifica la elección del enfoque metodológico y se describen los criterios para la selección de las Unidades de Toma de Decisión (DMUs). Asimismo, se explican las variables consideradas en el análisis, agrupadas en insumos (*inputs*), productos deseables (*outputs*) y salidas indeseables (*bad outputs*), y se presenta el proceso de análisis factorial empleado para la depuración y reducción de datos, garantizando la fiabilidad y validez del modelo.

El Capítulo VII se enfoca en el análisis de resultados, en el que se presentan los hallazgos obtenidos a partir de la aplicación del DEA utilizando el software MaxDEA. Se detalla el nivel de eficiencia alcanzado por Comisión Nacional del Agua, se identifican áreas de mejora y se comparan los resultados con los de otras oficinas locales y organismos de cuenca. Este análisis se complementa con un estudio de

*benchmarking* y la evaluación de los valores *slack*, lo que permite establecer recomendaciones específicas para optimizar la implementación de sanciones.

El Capítulo VIII propone una estrategia de política pública para mejorar el control de la contaminación por descargas de aguas residuales. Basada en los resultados obtenidos y en las mejores prácticas a nivel nacional, esta propuesta busca fortalecer la capacidad regulatoria y la gestión del recurso hídrico, tanto en Michoacán como en otras regiones del país. Para ello, plantea un Sistema de Cumplimiento Prioritario, que enfoque la supervisión y sanción en los casos más críticos, y un Plan de Optimización del Gasto Público, que ayude a usar los recursos de manera más eficiente.

Finalmente, el apartado de Conclusiones y Recomendaciones se sintetizan las respuestas a las interrogantes planteadas a lo largo de la investigación, resaltando los principales hallazgos y evidenciando las deficiencias en la implementación de sanciones por descargas de aguas residuales en Michoacán. Asimismo, formulan recomendaciones estratégicas y se proponen líneas de acción para futuras investigaciones en el ámbito de la gestión hídrica, con el objetivo de mejorar las políticas públicas y garantizar un uso sostenible del recurso.

# **CAPÍTULO I**

## **FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN**

Las bases de la investigación del presente proyecto están sustentadas con la integración de diferentes apartados como el planteamiento del problema, que da razón de la problemática identificada en el contexto hídrico; definición de preguntas (general y específicas) encaminadas a cosas concretas de la situación no deseada; definición de objetivos que expresan los fines que se pretenden lograr y la justificación del proyecto que explica el por qué y para qué de la presente investigación.

### **1.1 Planteamiento del problema**

El suministro y calidad del agua en el escenario mundial y en México se han visto comprometidos debido al uso irracional y desmedido que exige el crecimiento poblacional, así como la dinámica social y económica que demandan mayor producción de bienes y servicios, paralelo a una generación, en la misma magnitud, de aguas residuales que se descargan irresponsablemente en los cuerpos receptores superficiales y subterráneos, poniendo en peligro la resiliencia de los ecosistemas acuáticos y la capacidad de estos para sostener las necesidades humanas y ambientales a largo plazo.

De acuerdo con el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas (WWAP), el 80% de las aguas residuales de origen humano son vertidas en ríos y mares sin ningún tratamiento, además, aproximadamente 1.8 millones de personas en el mundo consumen agua contaminada con coliformes fecales, lo que contribuye a más de 2 millones de muertes anuales por enfermedades diarreicas, afectando principalmente a menores de edad (2017).

A nivel internacional, esta problemática ha sido atendida mediante la promoción de acuerdos como la Conferencia de Estocolmo (1972), la Cumbre de Río de Janeiro (1992), Johannesburgo (2002) y la Agenda 2030 (Eschenhagen, 2007) que han fomentado la implementación de medidas homogéneas y soluciones integrales bajo esquemas de gestión ambiental colaborativos entre los Estados (Acquatella, 2001).

En México, aunque la agenda ha priorizado históricamente la disponibilidad y el abastecimiento del recurso hídrico, la regulación y el control de las aguas residuales han quedado en un segundo plano. A pesar de contar con una amplia normatividad e instrumentos de política ambiental, como permisos de descarga, pago de derechos bajo el principio de "quien contamina paga" y sanciones administrativas, los resultados han sido insuficientes para contrarrestar el deterioro de los cuerpos de agua.

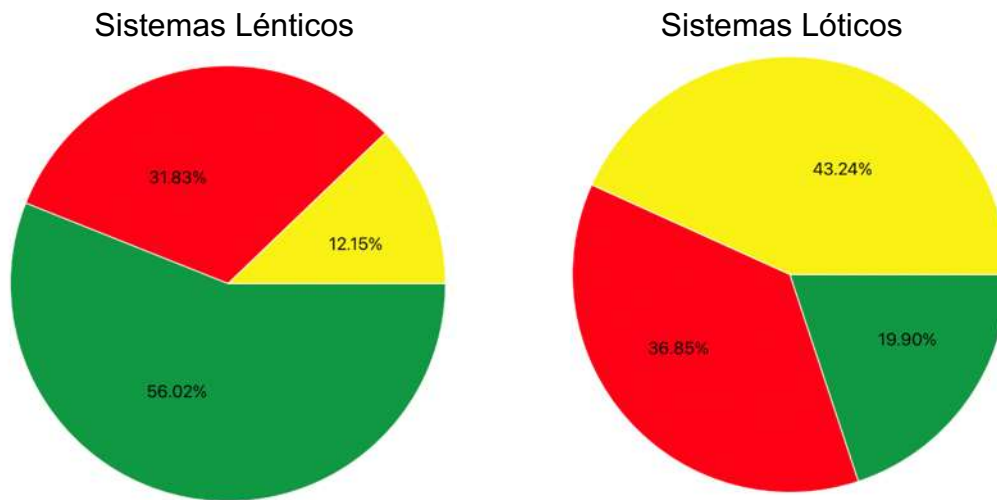
De acuerdo con el Registro Público de Derechos de Agua (REPDa), en el año 2022 a nivel nacional se otorgaron más de 7,617 permisos de descarga por un volumen anual de 19 mil millones de metros cúbicos, mientras que la calidad el agua en ese mismo año, según el sistema de información de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), evidenció altos niveles de contaminación en los sistemas lénticos y lóticos del país (Véase Cuadro y Gráfica 1).

Cuadro 1. Permisos de descarga y volumen de descarga a nivel nacional

| Uso            | Descargas de aguas residuales |                                            |
|----------------|-------------------------------|--------------------------------------------|
|                | Permisos                      | Volumen de descarga<br>m <sup>3</sup> /año |
| Industrial     | 3181                          | 14,059,501,498                             |
| Público urbano | 4436                          | 5,454,761,541                              |
| <b>Total</b>   | <b>7617</b>                   | <b>19,514,263,039</b>                      |

Fuente: Elaboración propia a partir de (CONAGUA,2022)

Gráfico 1. Semáforo de calidad del agua de sistemas lénticos (izquierda) y lóticos (derecha) a nivel nacional 2022.



Fuente: (CONAGUA, 2024)

Michoacán, conocido por su riqueza cultural y ambiental, no ha sido ajeno a esta problemática. Lagos emblemáticos como Pátzcuaro y Cuitzeo, así como ríos de importancia nacional como el Balsas, Lerma, Cupatitzio y San Juan Zitácuaro, han sufrido un deterioro significativo debido a las descargas de aguas residuales.

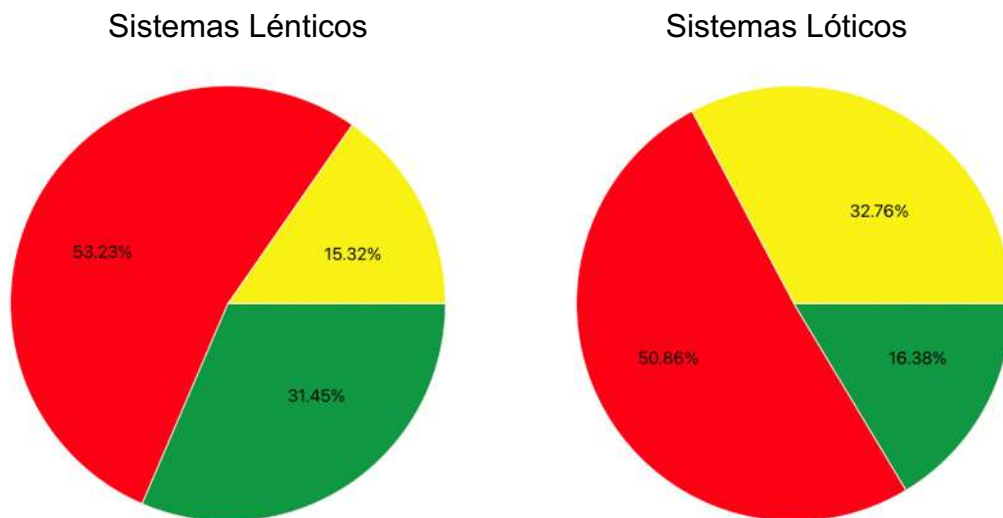
Durante el año 2022, en el estado, se otorgaron 174 permisos de descarga, los cuales representaron un volumen anual de 321 millones de metros cúbicos de aguas residuales. Los reportes del sistema de información de la CONAGUA indicaron que la calidad del agua superficial en la región, mantiene un estado crítico (Véase Cuadro y Gráfico 2).

Cuadro 2. Permisos de descarga y volumen de descarga en el Estado de Michoacán

| Uso            | Descargas de aguas residuales |                                            |
|----------------|-------------------------------|--------------------------------------------|
|                | Permisos                      | Volumen de descarga<br>m <sup>3</sup> /año |
| Industrial     | 67                            | 157,548,864                                |
| Público urbano | 107                           | 164,131,339                                |
| <b>Total</b>   | <b>174</b>                    | <b>321,680,203</b>                         |

Fuente: Elaboración propia a partir de (CONAGUA,2022)

Gráfico 2. Semáforo de calidad del agua de sistemas lénticos (izquierda) y lóticos (derecha) en el Estado de Michoacán 2022.



Fuente: (CONAGUA, 2024)

Si bien los permisos de descarga y los límites máximos permisibles de contaminantes, constituyen los pilares de los marcos regulatorios diseñados para proteger los sistemas receptores de aguas residuales (Xenarios y Bthitas, 2012) son las sanciones que juegan un rol importante en este escenario, ya que buscan (lejos de recaudar) disuadir la conducta contaminadora aminorando la inobservancia de la legislación hídrica y las normas oficiales que contienen las obligaciones de los

agentes económicos para descargar aguas residuales a los cuerpos receptores en las condiciones ahí previstas.

Sin embargo, a pesar de las medidas coactivas aplicadas por la autoridad hídrica, - la Comisión Nacional del Agua- la persistente degradación de la calidad del agua en Michoacán pone en evidencia que el sistema actual de implementación de sanciones no está cumpliendo con su propósito, planteando así dudas sobre la eficiencia de este instrumento como mecanismo para garantizar el cumplimiento normativo y reducir las descargas contaminantes.

Ante esta situación, resulta impostergable evaluar el sistema sancionador mediante herramientas analíticas que permitan calcular su eficiencia relativa. El Análisis Envolvente de Datos (DEA) se presenta como una metodología cuantitativa adecuada para este propósito, ya que facilita la comparación del desempeño en la gestión de descargas de aguas residuales entre diferentes regiones y entidades, permitiendo además identificar áreas de mejora en la aplicación de sanciones al analizar *inputs*, *outputs* y *bad outputs* clave.

## 1.2 Contexto hídrico en México-Michoacán

En las últimas décadas, las condiciones de los cuerpos de agua en México y Michoacán han mostrado un deterioro significativo debido a la contaminación. Este escenario está vinculado con la inobservancia de la legislación hídrica y la debilidad de un modelo sancionador que no logra garantizar el cumplimiento de las normativas ambientales. Para comprender la magnitud del problema, es fundamental analizar el contexto hídrico en el periodo de 1999 a 2020, caracterizado por un aumento en el volumen de agua concesionada para distintos usos, reformas en la Ley de Aguas Nacionales —particularmente en el apartado de sanciones—, variaciones en la calidad del agua y las asignaciones presupuestales dirigidas a la CONAGUA.

Históricamente, la explotación del recurso hídrico en México ha sido dominada por el sector agrícola, seguido por el uso público urbano, destinado al abastecimiento doméstico y a servicios municipales, y finalmente, por la industria autoabastecida, utilizada en procesos de producción de bienes y servicios.

En 1999, los volúmenes concesionados para estos usos consuntivos mostraron una fuerte dependencia de fuentes superficiales y subterráneas, distribuidos en porcentajes destacados. En ese mismo año, la subregión Lerma-Alto Balsas-Panúco registró los mayores niveles de contaminación, con una Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) a nivel nacional del 89%, atribuible principalmente a descargas de aguas residuales municipales (239 m<sup>3</sup>/s) e industriales (170 m<sup>3</sup>/s) (Véase Cuadro 3 y Gráfico 3).



Cuadro 3. Volúmenes de agua concesionados para usos consuntivos (cifras acumuladas a diciembre de 1999)

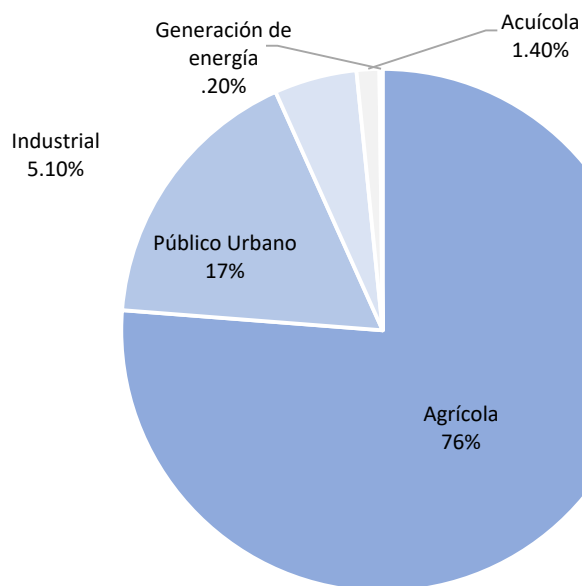
| Uso                   | Fuente      |             | Volumen Total<br>(Miles de km <sup>3</sup> ) | Porcentaje<br>de<br>extracción |
|-----------------------|-------------|-------------|----------------------------------------------|--------------------------------|
|                       | Superficial | Subterráneo |                                              |                                |
| Agrícola              | 44.4        | 16.1        | 60.5                                         | 76%                            |
| Público Urbano        | 4.1         | 9.4         | 13.5                                         | 17%                            |
| Industrial            | 1.6         | 2.5         | 4.1                                          | 5.10%                          |
| Acuícola              | 1.1         | 0           | 1.1                                          | 1.40%                          |
| Generación de energía | 0           | 0.2         | 0.2                                          | 0.20%                          |
| <b>Total</b>          | <b>51.2</b> | <b>28.2</b> | <b>79.4</b>                                  | <b>100%</b>                    |

Nota: 1 km<sup>3</sup> = 1 000 hm<sup>3</sup> = mil millones de m<sup>3</sup>.

Fuente: Elaboración propia a partir de (CONAGUA, 1999)

Gráficamente, los usos consuntivos del agua pueden apreciarse de la siguiente forma:

Gráfico 3. Volúmenes de agua concesionados en México 1999.



Fuente: Elaboración propia a partir de (CONAGUA, 1999)

En el marco legislativo, la Ley de Aguas Nacionales publicada entre 1992 y 1999 buscaba regular el aprovechamiento del agua para preservar su calidad y cantidad,

sin embargo, las sanciones por incumplimientos eran limitadas, con multas que oscilaban entre \$644.5 y \$6,445 por no respetar la NOM-001-SEMARNAT-1996 y entre \$6,445 y \$128,900 por vertidos sin permiso (Ley de Aguas Nacionales, 1992).

Para cumplir con las tareas asignadas, la CONAGUA recibió en 1999 un presupuesto de \$9,559 millones de pesos, de los cuales el 21% fue destinado específicamente a labores de administración y regulación del agua. Este presupuesto representó un esfuerzo para fortalecer las capacidades de supervisión y regulación, sin embargo, los niveles de contaminación mantuvieron un índice elevado (CONAGUA, 1999).

El año 2004, tuvo ajustes significativos en los volúmenes de agua concesionada para usos consuntivos. En el sector agrícola, el aprovechamiento de fuentes superficiales experimentó una reducción considerable en comparación con periodos anteriores, lo que también ocurrió en el uso público urbano. En contraste, el uso industrial registró un incremento del 50% respecto a 1999, superando los niveles históricos de aprovechamiento. El Cuadro 4 detalla los volúmenes concesionados acumulados a diciembre de 2004, distribuidos entre fuentes superficiales y subterráneas.

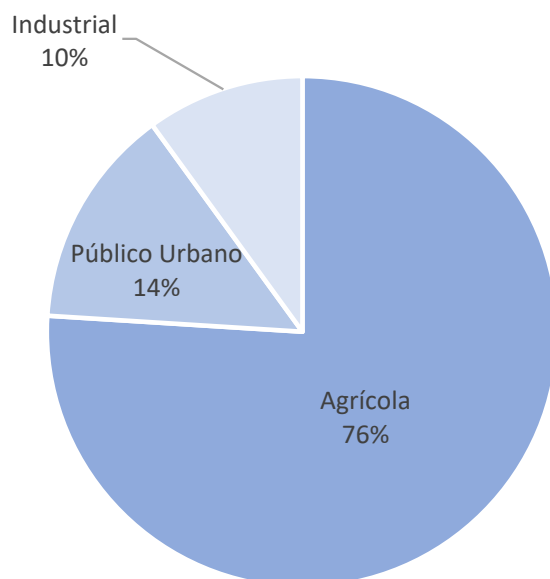
Cuadro 4. Volúmenes de agua concesionados para usos consuntivos (cifras acumuladas a diciembre de 2004)

| Uso               | Fuente      |             | Volumen Total<br>(Miles de hm <sup>3</sup> ) | Porcentaje<br>de<br>extracción |
|-------------------|-------------|-------------|----------------------------------------------|--------------------------------|
|                   | Superficial | Subterráneo |                                              |                                |
| Agrícola          | 38.7        | 18.7        | 57.4                                         | 76%                            |
| Público<br>Urbano | 3.9         | 6.8         | 10.7                                         | 14%                            |
| Industrial        | 5.6         | 1.7         | 7.3                                          | 10%                            |
| <b>Total</b>      | <b>48.2</b> | <b>27.2</b> | <b>75.4</b>                                  | <b>100%</b>                    |

Fuente: Elaboración propia a partir de (Conagua, 2005)

Los porcentajes de extracción correspondientes a cada uso se detallan en el Gráfico 4, destacando la predominancia del sector agrícola con el 76% del volumen total concesionado, seguido por el uso público urbano (14%) y el industrial en (10%).

Gráfico 4. Volúmenes de agua concesionados en México 2004



Fuente: (CONAGUA, 2005)

En términos de calidad del agua, el año 2004 presentó incrementos notables en los volúmenes de descargas municipales e industriales. Las descargas municipales alcanzaron los 255 m<sup>3</sup>/s, mientras que las industriales se situaron en 178 m<sup>3</sup>/s. Estos valores reflejaron un aumento en la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), alcanzando 2.17 millones de toneladas anuales en el caso de las descargas municipales y 6.57 millones de toneladas anuales en las descargas industriales (CONAGUA, 2006).

Desde el punto de vista normativo, la Ley de Aguas Nacionales introdujo modificaciones importantes en materia de vertidos. Las multas comenzaron a calcularse en días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal, con incrementos en los valores mínimos y máximos según la gravedad de la infracción (Ley de Aguas Nacionales, 2004). Así, las descargas sin el permiso correspondiente

de la CONAGUA o el incumplimiento de los parámetros establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996 se sancionaron con multas que oscilaron entre \$226,245 y \$904,800 pesos.

En términos presupuestarios, la Comisión Nacional del Agua recibió \$11,931 millones de pesos para el ejercicio fiscal 2004. De este total, el 24% fue destinado a actividades de administración del agua y regulación, lo que representó un aumento significativo en comparación con periodos previos (CONAGUA, 2005). Este incremento presupuestario permitió fortalecer parcialmente las capacidades de gestión y supervisión de la Comisión, aunque las mejoras en la calidad del agua seguían siendo insuficientes frente a la magnitud del problema.

En 2012, el volumen de agua concesionada mostró una mayor distribución hacia los usos agrícola y público urbano, mientras que el sector industrial experimentó una disminución del 6% respecto al año 2004. Por otro lado, el uso destinado a la generación de energía incrementó su participación en un 4.9%. El Cuadro 5 detalla los volúmenes concesionados para los diferentes usos consuntivos acumulados a diciembre de ese año.

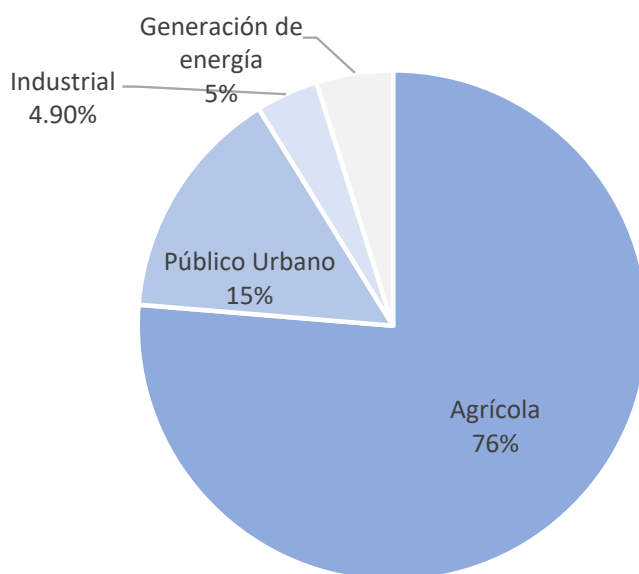
Cuadro 5. Volúmenes de agua concesionados para usos consuntivos (cifras acumuladas a diciembre de 2012)

| Uso                   | Fuente                                           |                                                  | Volumen Total<br>(mil millones de m <sup>3</sup> ) | Porcentaje de extracción |
|-----------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------|
|                       | Superficial<br>(mil millones de m <sup>3</sup> ) | Subterráneo<br>(mil millones de m <sup>3</sup> ) |                                                    |                          |
| Agrícola              | 41.2                                             | 22.2                                             | 63.3                                               | 77%                      |
| Público Urbano        | 4.7                                              | 7.3                                              | 12.0                                               | 15%                      |
| Industrial            | 1.47                                             | 1.9                                              | 3.3                                                | 4%                       |
| Generación de energía | 3.63                                             | 0.44                                             | 4.1                                                | 4.90%                    |
| <b>Total</b>          | <b>51.2</b>                                      | <b>31.8</b>                                      | <b>79.4</b>                                        | <b>100%</b>              |

Fuente: Elaboración propia a partir de (CONAGUA, 2013).

La asignación del recurso hídrico en términos porcentuales se detalla en el Gráfico 5, donde el uso agrícola domina con un 77% del total, seguido del uso público urbano (15%), la generación de energía (4.9%) y el industrial (4%).

Gráfico 5. Volúmenes de agua concesionados en México 2012.



Fuente: (CONAGUA, 2013).

En materia de calidad del agua, se identificaron 208 sitios de monitoreo que excedieron los niveles permitidos de contaminación establecidos por la normativa oficial mexicana. Estos excedentes estuvieron relacionados con tres indicadores clave: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST) (CONAGUA, 2013). Según datos de la Comisión Nacional del Agua, al menos 12 de las 13 Regiones Hidrológicas Administrativas del país registraron cuerpos de agua contaminados o fuertemente contaminados (CONAGUA, 2013).

En términos normativos, la reforma de 2012 a la Ley de Aguas Nacionales, ajustó las sanciones del artículo 120, reduciendo los mínimos y máximos de las multas en

comparación con 2004 (Ley de Aguas Nacionales, 2012). Las sanciones para vertidos sin el consentimiento de la autoridad hídrica oscilaron entre \$79,596 y \$311,650 pesos, mientras que las multas por exceder los parámetros de descargas permisibles se calcularon entre \$93,405 y \$1,246,600 pesos.

En cuanto al presupuesto, el órgano hídrico nacional percibió 62 mil millones de pesos, con un gasto total de 69 mil millones de pesos, asignando 16.2 mil millones de pesos a la Subdirección General de Administración del Agua, para tareas de regulación e inspección (Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, 2022).

En 2020, todos los usos consuntivos registraron un incremento en el aprovechamiento de fuentes superficiales y subterráneas, particularmente en los sectores público urbano e industrial en comparación con 2012. El Cuadro 8 muestra los volúmenes de agua concesionados acumulados a diciembre de ese año.

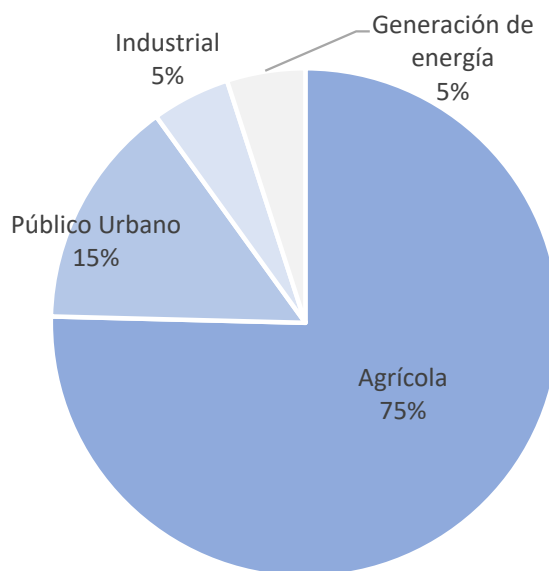
Cuadro 6. Volúmenes de agua concesionados para usos consuntivos (cifras acumuladas a diciembre de 2020)

| Uso                   | Fuente                                     |                                            | Volumen Total<br>(Miles de hm <sup>3</sup> ) | Porcentaje de extracción |
|-----------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------|
|                       | Superficial<br>(Miles de hm <sup>3</sup> ) | Subterráneo<br>(Miles de hm <sup>3</sup> ) |                                              |                          |
| Agrícola              | 42.82                                      | 25.01                                      | 67, 827                                      | 75.7%                    |
| Público Urbano        | 5.7                                        | 7.46                                       | 13,16                                        | 14.7%                    |
| Industrial            | 2.06                                       | 2.4                                        | 4, 460                                       | 5%                       |
| Generación de energía | 3.65                                       | 0.45                                       | 4, 095                                       | 5%                       |
| <b>Total</b>          | <b>54.23</b>                               | <b>35.31</b>                               | <b>89, 548</b>                               | <b>100%</b>              |

Fuente: Elaboración propia a partir de (CONAGUA, 2021).

El Gráfico 6 presenta los porcentajes de asignación, destacando nuevamente la predominancia del uso agrícola, seguido del público urbano e industrial.

Gráfico 6. Volúmenes de agua concesionados en México 2020.



Fuente: (CONAGUA, 2021).

En términos de calidad, los parámetros de DQO y DBO reflejaron incrementos en el porcentaje de cuerpos de agua contaminados y fuertemente contaminados. El DQO aumentó un 4%, mientras que el DBO registró un incremento del 0.2% en aguas altamente contaminadas. La región Balsas, a la que pertenece hidrológicamente el estado de Michoacán, experimentó un deterioro, duplicando los niveles de DBO respecto a 2012 (CONAGUA, 2021).

En materia normativa, el artículo 120 de la Ley de Aguas Nacionales ajustó nuevamente las multas, ahora calculadas en Unidades de Medida y Actualización (UMA). Las sanciones por vertidos sin permiso oscilaron entre \$135,532.8 y \$564,720 pesos, mientras que exceder los parámetros establecidos implicaba multas de \$169,416 a \$2,258,880 pesos (Ley de Aguas Nacionales, 2020).

En asuntos presupuestarios, la CONAGUA enfrentó recortes considerables. El gasto operativo fue de 26.3 mil millones de pesos, ejerciendo un total de 31.9 mil millones, de los cuales solo 6.5 mil millones se destinaron a la administración del

agua, que incluyeron tareas de inspección y vigilancia (Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, 2022).

Finalmente, en el ejercicio fiscal 2022, se aprobaron 33.9 mil millones de pesos, de los cuales 8.4 mil millones de pesos fueron específicamente asignados a tareas de administración del agua (Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, 2022). En Michoacán, la Dirección Local de la CONAGUA experimentó una reducción presupuestaria en la última década, recibiendo 3.08 millones de pesos en 2012, 2.24 millones en 2014, 700 mil pesos en 2020 y 314 mil pesos en 2022 para la función de administración del agua (INAI, 2023).

Esta tendencia decreciente, en el presupuesto asignado, ha afectado significativamente las capacidades operativas de inspección, vigilancia y sanción, tanto a nivel nacional como en el estado de Michoacán, reflejándose proporcionalmente en el incremento de los niveles de contaminación registrados entre 2017 y 2020.

Durante este periodo, el porcentaje de cuerpos de agua clasificados en semáforo rojo (altamente contaminados) en los sistemas lóticos, como ríos y arroyos, aumentó de 51.78% a 60.76%, mientras que aquellos clasificados en semáforo amarillo (contaminados moderadamente) crecieron de 30.36% a 34%. En los sistemas lénticos, que incluyen lagos y lagunas, el deterioro fue aún más alarmante, con un incremento en los niveles de semáforo rojo del 53.64% al 77.64% en el mismo periodo (CONAGUA, 2023; CONAGUA, 2024). Esta tendencia hídrica, jurídica y presupuestal puede apreciarse de manera más clara en el ANEXO 1.



### 1.3 Preguntas de investigación

Derivado de la descripción del problema y el entorno en el que se desenvuelve, es dable, a fin de trazar una línea de la presente investigación y resolver lo planteado, generar preguntas generales y específicas, mismas que rezan al tenor literal siguiente:

#### 1.3.1 Pregunta general

¿Cuál ha sido el nivel de eficiencia de la Dirección Local Michoacán de la Comisión Nacional del AGUA (CONAGUA) en el control de la contaminación por descargas de aguas residuales en cuerpos receptores superficiales durante el ejercicio 2022?

#### 1.3.2 Preguntas específicas

##### Pregunta específica 1

¿Cuál es la cantidad óptima de sanciones que debió implementar la Dirección Local Michoacán de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para ser eficiente en el control de la contaminación por descargas de aguas residuales en cuerpos receptores superficiales durante el ejercicio 2022?

##### Pregunta específica 2

¿Qué Dirección Local u Organismo de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) puede emularse para ser eficiente en el control de la contaminación por descargas de aguas residuales en cuerpos receptores superficiales durante el ejercicio 2022?

## 1.4 Objetivos de la investigación

Apoyado en el problema y preguntas planteadas, es conveniente delimitar el trabajo desarrollado mediante una secuencia lógica de propósitos y fines que pretenden dar respuesta a la situación no deseada a través del logro orientado de los siguientes:

### 1.4.1 Objetivo general

Determinar qué nivel de eficiencia obtuvo la Dirección Local Michoacán de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en el control de la contaminación por descargas de aguas residuales en cuerpos receptores superficiales durante el ejercicio 2022.

### 1.4.2 Objetivos específicos

#### Objetivo específico 1

Calcular la cantidad óptima de sanciones que debió implementar la Dirección Local Michoacán de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para ser eficiente en el control de la contaminación por descargas de aguas residuales en cuerpos receptores superficiales durante el ejercicio 2022.

#### Objetivo específico 2

Identificar qué Dirección Local u Organismo de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) puede emularse para ser eficiente en el control de la contaminación por descargas de aguas residuales en cuerpos receptores superficiales durante el ejercicio 2022.

## 1.5 Hipótesis de la investigación

En la investigación científica, la hipótesis es una afirmación fundamentada que interpreta fenómenos, identifica relaciones entre variables y anticipa resultados, sirviendo como guía para la recolección y análisis de datos. Según (Hernández-Sampieri, 1991), surge de una revisión teórica exhaustiva y describe lo que se espera encontrar en función del problema y las preguntas planteadas. De lo anterior y tomando en cuenta el problema de investigación y las preguntas generales y específicas planteadas, es inconcuso suponer las siguientes:

### 1.5.1 Hipótesis general

En Michoacán, la eficiencia en el control de la contaminación por descargas de aguas residuales en cuerpos de agua superficiales es baja debido a la subóptima asignación y uso de recursos clave, como el número de inspectores, la cantidad de inspecciones realizadas, la implementación de sanciones y el presupuesto ejercido por la Dirección Local de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en el año 2022.

### 1.5.2 Hipótesis específicas

#### Hipótesis específica 1

La cantidad de sanciones implementada por la Dirección Local Michoacán de la Comisión Nacional del Agua en el control de la contaminación por descargas de aguas residuales en cuerpos receptores superficiales durante el ejercicio 2022 ha sido inadecuada e insuficientemente optimizada, lo que ha afectado su eficiencia en términos de disuasión y cumplimiento normativo.

## Hipótesis específica 2

Las Direcciones Locales y Organismos de Cuenca ubicados en la región norte del país, a pesar de contar con menor disponibilidad de agua para sus diferentes usos, presentan niveles más altos de eficiencia en el control de la contaminación en cuerpos receptores superficiales por descargas de aguas residuales debido a una adecuada optimización de recursos como número de inspectores, inspecciones realizadas, implementación de sanciones y asignación de presupuesto.

## 1.6 Justificación

Las condiciones hídricas en México, particularmente en Michoacán, se han agravado debido a la contaminación causada por descargas de aguas residuales en cuerpos superficiales. Esta problemática pone a prueba tanto a la legislación hídrica vigente y el sistema de control como a las políticas nacionales diseñadas para preservar la calidad del agua.

Por ello evaluar el sistema de implementación de sanciones (utilizado como instrumento correctivo aplicado cuando las medidas de control y previsión no han funcionado), es imprescindible ya que permite identificar áreas de mejora y proponer soluciones que fortalezcan el escenario ambiental planteado (García, 2018). Frente a este contexto, esta investigación tiene una trascendencia significativa en varios aspectos:

Ambiental, contribuye a la salud de los cuerpos hídricos mediante la reducción de contaminantes, promoviendo su sostenibilidad a largo plazo. Presupuestal: a optimización del sistema de sanciones permitirá un uso más eficiente de los recursos públicos, reduciendo costos asociados a la remediación ambiental y mejorando la asignación presupuestal para la gestión hídrica. Salud pública: Al mejorar la eficiencia en la aplicación de sanciones, se reducirán los riesgos de salud asociados a la contaminación, beneficiando especialmente a las comunidades cercanas a los cuerpos receptores.

Desarrollo sostenible: Identificar los factores que afectan la eficiencia en la implementación de sanciones permitirá mejorar las políticas públicas, fomentando el uso responsable y sostenible del agua, e impulsando el desarrollo económico, social y ambiental de la región. Normativo: Este proyecto fortalecerá el marco legislativo ambiental, asegurando el cumplimiento de la legislación hídrica y la conservación de los recursos naturales. Además, reforzará los instrumentos de

gestión gubernamental, integrando perspectivas tanto del derecho ambiental como administrativo.

Derechos fundamentales: Garantiza, a mediano plazo, el derecho humano a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar, consagrado en el artículo 4 de la Constitución. Adicionalmente, generará externalidades positivas, mejorando el bienestar social (Riera *et al.*, 2005).

Esta investigación, además, se alinea con los compromisos internacionales asumidos por México en el marco de la Agenda 2030, particularmente con el objetivo 6.2, que busca mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, minimizando la emisión de productos químicos, aumentando el reciclaje y reutilización del agua, y reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar (ONU, 2015).

#### Conveniencia del proyecto

El presente estudio tiene como base la optimización de los recursos públicos, promoviendo una asignación eficiente de los mismos y fomentando la mejora continua al adaptarse a las realidades históricas de la problemática hídrica. Asimismo, contribuye a la rendición de cuentas, evaluando el desempeño de quienes implementan las sanciones, y a la legitimidad y confianza pública, mediante la generación de evidencia objetiva sobre la efectividad de las medidas coactivas.

#### Horizonte temporal y espacial

El horizonte temporal abarca el año 2022, considerando las sanciones impuestas por la Dirección Local Michoacán de la CONAGUA. Además, para fortalecer el análisis de eficiencia, se incluirán las sanciones emitidas por todas las oficinas locales y regionales de la CONAGUA. La metodología aplicada, Análisis Envolvente de Datos (DEA), permitirá comparar curvas de eficiencia utilizando unidades de

gestión territorial que trascienden los límites político-administrativos, pero que responden a las competencias de la autoridad hídrica.

Con un alcance estatal y potencial nacional, esta investigación busca generar resultados aplicables en todo el país, ofreciendo soluciones concretas para proteger los recursos hídricos y mejorar la calidad de vida de la población. Los hallazgos no solo fortalecerán la gestión hídrica, sino que contribuirán a la sostenibilidad ambiental y al bienestar social en México.

## **CAPÍTULO II**

### **POLÍTICAS PÚBLICAS Y SANCIONES AMBIENTALES: FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA LA GESTIÓN Y CONTROL DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES**

En este capítulo se presenta el fundamento teórico de las variables clave, estructurado en cuatro apartados principales que integran los aspectos conceptuales, normativos y prácticos vinculados a la implementación de sanciones por descargas de aguas residuales. En el primero se examinan los fundamentos de la política pública, su evolución, clasificación y su relación con la política ambiental e hídrica. En segundo lugar, se analizan las descargas de aguas residuales y su regulación en México, incluyendo los usos consultivos del agua, el marco normativo y el rol de la CONAGUA. El tercer apartado aborda las sanciones económicas, profundizando en los principios jurídicos y los procedimientos administrativos aplicables, con un enfoque en casos específicos como Michoacán. Finalmente, se identifican los factores jurídicos y técnicos que afectan la implementación de sanciones, aportando un panorama integral para comprender los retos y proponer mejoras en la gestión hídrica.

#### **Apartado I. La política pública hídrica en México y su evaluación**

En este apartado se aborda brevemente la historia de la política pública, sus diferentes acepciones gramaticales, nociones conceptuales y las etapas de la misma. Se expone, a su vez, la clasificación de la política pública y se aborda el estudio de la política ambiental, los instrumentos a su alcance y el análisis de la gestión ambiental y de los recursos hídricos. Finalmente se aborda la política pública hídrica y la evaluación para llegar a comprender la necesidad de respuesta del



Estado frente al problema en estudio: la ineficiencia en la implementación de sanciones por contaminación del agua.

## 2.1 El origen de las políticas

Ante la creciente y diversa insatisfacción social relacionada con la provisión de servicios públicos por parte de los poderes públicos, enmarcada en el marco jurídico constitucional, surge la necesidad de alternativas analíticas que permitan resolver eficaz y eficientemente los problemas públicos cotidianos. En este contexto, la política pública se presenta como una herramienta clave para atender estas demandas sociales (Colomer, 2017).

La política pública encuentra sus raíces en las ideas de Harold Lasswell, quien a mediados del siglo XX en los Estados Unidos propuso las “ciencias de las políticas”. Este enfoque interdisciplinario integró métodos, teoremas y tecnologías en las decisiones gubernamentales, con el objetivo de abordar problemas sociales mediante criterios de eficiencia económica y eficacia (Aguilar, 2010).

El periodo de posguerra fue crucial para el desarrollo de este análisis multidisciplinar, influenciado por la evolución científica enfocada en el poder, su estructura y legitimación, aunque inicialmente no se centraba en el beneficio social (Losada, 2003). Durante el primer tercio del siglo XX, la Ciencia Política estuvo dominada por una perspectiva jurídica, evolucionando en el segundo tercio hacia enfoques sociológicos y, finalmente, a partir de los años setenta, recibió importantes contribuciones de la Economía (Batlle, 2007).

Desde el enfoque transdisciplinario de Harold Lasswell, el desempeño burocrático y la acción gubernamental se clasificaron en dos categorías: el conocimiento de las políticas y el conocimiento en las políticas. El primero analiza cómo los gobiernos adaptan e implementan políticas públicas mediante proposiciones empíricas y sistemáticas. El segundo, por su parte, se enfoca en la elaboración de políticas,

integrando una dimensión normativa y positiva que aplica metodología científica para incrementar la racionalidad en su construcción y desarrollo (Valenti y Flores, 2009).

Ambas dimensiones son complementarias, interdependientes y de carácter interdisciplinario, con un enfoque teórico-práctico orientado a la solución de problemas mediante decisiones políticas adecuadas. Según Harold Lasswell, el estudio de las políticas incluye los términos anglosajones *politics*, *policy* y *polity*, los cuales requieren traducción y análisis contextualizado al español para comprender plenamente el alcance de la política pública como subdisciplina de las ciencias políticas (Valencia y Alexis, 2008).

## 2.2 *Polity, politics y policy*

Para entender las aportaciones del estudio de las políticas, conviene empezar por incorporar los tres niveles analíticos: *politics*, *policy* y *polity*, palabras que debido a su origen gramatical anglosajón tienen significados distintos, a diferencia del español, donde se traducen como "política" en todos los casos. Analizar sus diferencias, no resulta sencillo, sin embargo, derivado del contexto planteado, se distingue lo siguiente:

*Polity*, resuelve la arquitectura integrada por las instituciones, normas o reglas que dan explicación de cómo se forman los congresos o parlamentos y se designa o elige titulares del poder. A este concepto, se le denomina política de estructura.

*Politics*, es la política de procesos, aquella secuencia de conductas que ayudan a la comprensión de una elección o decisión, conocida también como la política en acción y;

*Policy*, la política de resultados, es la combinación de la política de procesos y estructura, materializada en una decisión que resuelve un conflicto social (Vallés, 2002).

En síntesis, el término *polity*, se refiere a la noción del Estado sobre la base jurídica-política en un territorio determinado; *politics* (procesos) lo articula con aquellos procesos de negociación, competencia o ejercicio de poder y *Policy* o *policies*, como aquellas secuencias de decisión encaminadas a un fin (Ejea, 2006).

Bajo una noción gramatical ampliada y un contexto histórico de la necesidad de crear ciencias de las políticas a partir de la segunda guerra mundial y reordenar la forma de solución problemas desde el seno del gobierno, puede allegarse a un concepto variado e integrado de la política pública.

## 2.3 Concepto de política pública

Definir la política pública de forma única puede llevar a omitir elementos clave que son esenciales para su análisis. Por ello, se requiere una aproximación multirreferencial para su mejor comprensión.

Desde un enfoque pragmático, Lasswell (1992) define la política pública como una respuesta contextual, multidisciplinar y normativamente explicativa a problemas sociales específicos. En esta línea, Caminal (1997) amplía el concepto al señalar que la política pública se refiere a las decisiones que los gobiernos toman o dejan de tomar, considerando que la inacción también es una forma de ejercer el poder. Por su parte, Muller (2002) y Surel y Sánchez (2017) resumen la política pública como la ciencia que estudia la acción del Estado y de las autoridades públicas.

Mead, saliendo de este esquema, señala a la política pública como aquella aproximación que analiza el gobierno a la luz de los asuntos públicos más importantes (1995). Anderson, en un sentido más amplio considera que la política

pública responde a una secuencia intencionada de acción, seguida por un actor o conjunto de actores a la hora de tratar con un asunto que los afecta y son desarrolladas por cuerpos gubernamentales y sus funcionarios (1990).

Siguiendo con esta tendencia pragmática, Lynn conceptualiza a la política pública como el conjunto específico de acciones del gobierno que produce, por su diseño o por otras razones, una clase particular de efectos benéficos a un sector social (1980). Rodrigues, por su parte, concluyó que son programas de acción gubernamental en un sector de la sociedad en un espacio geográfico determinado (2017).

González, en un concepto ampliado estima que la política pública implica el establecimiento de una o más estrategias orientadas a la resolución de problemas públicos y a la obtención de mayores niveles de bienestar social resultantes de procesos decisionales tomados a través de la coparticipación de gobierno y sociedad civil, en donde se establecen medios, agentes y fines de las acciones a seguir para la obtención de los objetivos señalados (2005).

Para Luis Aguilar (2013) son acciones o inacciones ejecutadas por autoridades como capacidad jurídica orientadas a generar, para la sociedad un bien, lograr un fin o resolver un problema público. Este mismo autor subraya que la política sirve con instrumento del gobierno o la administración pública para realizar de forma permanente las funciones establecidas en la ley y resolver problemas públicos.

Política pública, puede resumirse, es el mecanismo para resolver un problema público a través de la fuerza del Estado con la participación de los diferentes actores de forma racional y eficaz en un lugar determinado, a través de estrategias sistematizadas (concepto propio).

Centrándose en resolver problemas públicos de una sociedad y no en temas y periodos gubernamentales, la política pública, es pensada en una perspectiva de

mediano y largo plazo (Arias y Herrera, 2012). En México, la práctica de la política pública se hace a largo plazo, ya que resolver los problemas de inmediato no es prioridad, menos aún entenderla y practicarla, pues el sentido de la política en el país, desafortunadamente se ha utilizado como una relación mando obediencia, (concepto aislado de poder) basado, como menciona (Colomer, 2017) en el clientelismo, donde pocos administran, otros obedecen y muchos más padecen.

De ahí que cada gobierno debe apegarse a un estilo propio de formular políticas y resolver problemas sociales. Las decisiones con base racional adoptadas por cada Estado (en la búsqueda de resolver problemas) se enfrentan a la heterogeneidad de la población e intereses, dejando a un sector insatisfecho, por lo que, casi nunca se tendrá la decisión óptima debido al grado de insatisfacción en algún grupo debido a que están supeditadas por las condiciones específicas que se toman (Canto, 1996), por ello, lograr una mayoría satisfecha frente a una situación no deseada, es capitalizar una política pública.

## 2.4 El ciclo de las políticas públicas

La política pública se divide en dos momentos: la normativa y la operativa, entendiendo la primera como la finalidad del gobierno para contribuir en la solución del problema social y se define y capitaliza mediante la fase de decisión, la parte operativa, se da con los cursos de acción interrelacionados que comúnmente se conocen como programas, es decir, el cómo se logrará la finalidad (momento normativo) y estos a su vez con la creación de un proyecto, que resolverá el problema central (Arias y Herrera, 2012).

La parte operativa o práctica de la política pública, desarrollan cursos sistemáticos y lógicos para crear una respuesta a un problema público, conocidas también como etapas de la política, Harold Lasswell, identificó inicialmente 7 etapas del proceso de la política pública: inteligencia, promoción, prescripción, innovación, aplicación, terminación y evaluación.

El proceso de construcción de políticas públicas, según Tamayo, se compone por la identificación y definición de problemas, formulación de las alternativas de solución, adopción de una alternativa, implementación de la alternativa seleccionada y evaluación de los resultados obtenidos (1997).

Para Cabrero, el proceso de la política pública es funcional mediante la definición del problema, formulación y diseño, implementación y Evaluación (2007); Jones, en cambio, identifica 5 etapas; identificación y definición del problema; formulación de alternativas, adopción de alternativa, implementación seleccionada y evaluación de resultados obtenidos (1970). Franco, en un criterio similar señaló que el proceso de políticas se compone de gestación, diseño, implementación y evaluación de políticas públicas (2013).

Agrupando las etapas de la política pública por reincidencia y coincidencia, y siguiendo el teorema de Aguilar, se identifica una etapa inicial normativa que recae en la identificación del problema y el diseño y, la parte operativa en la implementación y evaluación de las políticas.

Estas etapas, dada su secuencia lógica (a pesar de que cuentan cada una con sus particularidades de metodología, información, actores etc.) ofrecen ventajas como generar una visión sistematizada, detectar errores, lagunas y actores, apertura a la retroalimentación, aplicación de diversos enfoques multidisciplinarios, reducción de la complejidad de la política, distinguir con las políticas gubernamentales y detectar errores (Knoepfel, 2009; Del Castillo y Méndez, 2006, citados por Ejea, 2006).

#### 2.4.1 Identificación del problema

Los problemas públicos y/o sociales, objeto de las políticas públicas, son entendidos como aquellas situaciones no deseadas, que son de interés y obligación de resolver por parte del gobierno. Es, en sentido amplio, una situación de insatisfacción social que afectan al bien común.

Aunque estas situaciones no deseadas (problemas) pueden surgir en contextos tanto privados como públicos, la intervención gubernamental para abordarlas es fundamental, sin embargo, la priorización de estos problemas en la agenda pública está influenciada por las relaciones de poder, lo que puede llevar a una agenda sesgada que favorezca ciertos temas sobre otros (Arias y Herrera, 2012).

La dificultad para identificar los problemas públicos, es motivo de discusiones entre intelectuales y la propia sociedad, ya que no todo problema es público y tampoco necesaria la intervención del Estado. Por ello, la tarea de identificación puede no ser legitimada por la sociedad, como pasa en muchas ocasiones, sin embargo, como menciona (Aguilar), la idea es dejar los subrepticios, elementos causales y prescriptivos e identificar los sentimientos de malestar e incomodidad, que constituyen el problema (1993).

En el escenario ideal, la definición del problema, “[...] es un proceso que implica un estudio, explotación y posible cuantificación en términos de causas y consecuencias”<sup>1</sup> en un entorno social que merece una solución mediante una política pública.

La definición del problema público, es entonces un consenso de los diferentes sujetos o actores, que implica la identificación y análisis de la situación, previa discusión (Cefai y Terzi, 2021). Lo público comprende aquella dimensión de la actividad humana que se cree requiere de la atención o intervención gubernamental (Parsons, 2007). Esta discusión a que hace referencia Cefai y Terzi, abre la puerta a mostrar los diferentes intereses, y definir, a través del cabildeo y/o convencimiento, cual problema es público, cual conviene subir a la agenda pública y cuál resolver por la vía de la política pública.

Este criterio lo comparte (Abal, 2010, citando a Subirats, 1993), al percibir la etapa de definición del problema como aquella que las relaciones de poder desempeñan

---

<sup>1</sup> (Hogwood y Gunn 1984; Aguilar 2017: 108)

un rol central en la competencia por influir en la agenda de los decisores públicos. Esta práctica como exhorta Martínez (2020) resalta los puntos críticos de los roles sociales y la política en su conjunto, concluyendo, a pesar de ello, que, sin una definición clara del problema, no se puede implementar una política pública efectiva.

#### 2.4.2 Diseño

Definido el problema central y elevado a la agenda pública, se procede a identificar las opciones disponibles para su resolución. Esta etapa, conocida como el diseño, evalúa y selecciona las opciones más viables teniendo en cuenta factores como el tiempo, el costo y los resultados esperados (Maldonado *et al.*, 2018).

El diseño de las políticas públicas puede realizarse a través de cinco etapas, Análisis del problema, donde se entiende el problema, se cuantifica, se realiza un análisis causal y se aplica el enfoque 80-20; Análisis de soluciones, donde se establecen objetivos, lluvia de ideas, análisis de acciones, selección de mejores soluciones y establecimiento de población objetivo; Análisis de factibilidad, donde se realiza ese estudio presupuestal, legal, político, ambiental e integra la factibilidad a través de una matriz de alternativas; Recomendación de política pública, donde se redacta memorándum con recomendación y, Plan de acción de política pública, que prevé la planeación legal, presupuestal e incluye reglas de operación, estrategia de comunicación y recomendaciones de monitoreo y evaluación (Franco, 2013).

La etapa del diseño, de acuerdo con (Maldonado *et al.*, 2018) se ejecuta desde la perspectiva de la racionalidad exhaustiva, donde se parte de condiciones inmejorables, como es el caso de recursos ilimitados, previsión completa de las consecuencias e información suficiente y, la racionalidad limitada, donde se tienen condiciones desmejorables como es el caso de información incompleta y se prevén efectos definidos e imprecisos.



En ese marco de la racionalidad limitada, Aguilar hace referencia a 5 modelos de diseño de políticas públicas (2012):

1.- Incrementalismo: Conocida como “métodos de las comparaciones sucesivas limitadas” y coloquialmente nombrada como “salir del paso”, este diseño fue ideado por Charles E. Lindblom. Aquí, se identifican las políticas formuladas para atender problemas públicos similares al que se está atendiendo, disminuyendo en tiempo y costo las opciones a considerar. El diseño incrementalista, se adapta o mejora en función a las necesidades de la problemática social, sin requerir de muchas modificaciones.

2.- Arte y artesanía: creado por Giandomenico Majone. Consiste en el análisis de la política pública diseñada, a pesar de no ser técnicamente perfecta, es decir, la más apropiada para abordar el problema, al amparo de las razones de idoneidad en el marco de las limitaciones contextuales.

3.- Escáner mixto: Propuesto por Etzioni, es un enfoque doble que propone la suma del modelo incrementalista y arte y artesanía, combinado la exigencia de tener una visión más completa de la situación problemática y examinar elementos y causas particulares del problema que la visión panorámica le permitió descubrir. Etzioni, a este modelo, lo asemeja con la dinámica funcional de una cámara de gran angular y acercamiento para detectar y resolver de manera puntual, el problema.

4.- Análisis partisano. Promovido por Lindblom, este tipo de diseño es un análisis políticamente condicionado y funcional, incluso llamado un instrumento de persuasión, más que un modelo causal y económico de políticas en abstracto, que busca defender la posición adoptada, previamente, (derivado de sus preferencias valorativas y /o compromisos políticos) para echar andar la alternativa deseada.

5.- Interacción social. Enfoque desarrollado por A. Wildavsky, busca crear problemas que puedan resolverlos a partir del contraste entre las aspiraciones con

los recursos disponibles, generando un equilibrio entre los fines y los medios que permite al gobierno intervenir, hacer algo o resolver el problema. Este tipo de diseño, se vuelve un recurso de pedagogía política, donde los gobernantes y ciudadanos aclaran sus metas bajo una constante comunicación y participación.

Formuladas y seleccionadas las políticas públicas mediante programas y proyectos, se procede a su ejecución, marcando así el inicio de la fase de implementación. En este contexto, se pone en práctica la etapa del diseño, haciendo efectivos los objetivos y estrategias definidos previamente. La implementación, etapa consecuente, constituye la parte operativa donde las políticas públicas se concretan en acciones tangibles, buscando cumplir con los estándares establecidos y alcanzar los resultados esperados.

#### 2.4.3 Implementación

La etapa de la implementación, es el proceso que convierte las intenciones del gobierno de transformar ciertos insumos en acciones, resultados y efectos (Pardo *et al.*, 2018). Este proceso activo y práctico se desarrolla en el núcleo de la administración pública que emerge como el actor protagonista (Diz *et al.*, 2012).

La implementación de la política como sostiene (Pardo *et al.*, 2018), pasa por estructuras organizacionales tocadas por intereses de poder y relaciones entre actores y agencias; es decir el conflicto, “es inherente a los procesos de la política pública” (Hupe y Hill, 2018: 33).

En esta etapa de operación, siguiendo Aguilar, “[...]se ventilan las realidades políticas y administrativas que no fueron tomadas en cuenta en las etapas anteriores” (2010: 49), por lo que, en la implementación, se juega o se mide el éxito o fracaso de la política pública.

Cohen y Rolando, aseguran que la implementación de las políticas públicas conlleva la identificación adecuada de las relaciones causales entre los medios y el objetivo para resolver la problemática, *so pena* de acrecentar el gasto sin generar el impacto esperado (2007).

Para el estudio de la fase de implementación se han realizado diversas contribuciones teóricas como son los modelos *top-down* y los modelos *bottom-up* (Ballart y Ramió, 2000) nombrados también como modelos normativos de implementación (Roth, 2006).

El modelo *top-down*, promovido por Sabatier, se centra en el análisis de la toma de decisiones y la consecución de objetivos establecidos legalmente dentro de los plazos previstos. Asimismo, examina el comportamiento de los burócratas y los grupos receptores de la política pública, identificando cómo estos factores influyen en el cumplimiento de los objetivos y en la eventual necesidad de reformular las políticas para mejorar su eficacia (Revuelta, 2007).

El modelo *Bottom-up* (defendido por Elmore) considera más realista estudiar la implementación desde la perspectiva de los usuarios finales y de los burócratas que acaban transformando, en acciones concretas, la política (Ballart y Ramió, 2000).

Cualquiera de los modelos que se proponga para la implementación de la política pública, deja ver algunas deficiencias propias de la estructura organizacional que promueve, en gran medida, el desinterés de cómo llegará la política, (*top-down*) y por otro la posibilidad de desvirtuar el espíritu del diseño, al aplicar por el último eslabón de la cadena burocrática, al manejar algunas deficiencias para su entrega.

Aunque usualmente se cree que mejorando las capacidades del diseño y evaluación es posible mejorar los resultados de la política, la etapa de la implementación, se ha convertido en la caja negra, que paradójicamente, es la que determina el éxito al problema público (Cortazar, 2006).

#### 2.4.4 Evaluación

La evaluación, es la etapa de las políticas públicas que aumenta la calidad de la planeación, asegura un elevado nivel de cumplimiento del programa, permite el aprendizaje continuo, propicia la rendición de cuentas y comunica información cualitativa y cuantitativa, es decir, cuanto se hizo y de que calidad.

Aporta, además, un control no solo administrativo sino legal que ayuda a racionalizar la toma de decisiones alcanzando la eficiencia, así como incentivar a la formación y capacitación de los involucrados y satisfacer, en poco o mayor grado, las exigencias de información y transparencia que lleva a una cultura evaluativa en la administración pública.

La eficacia y la eficiencia, son frecuentemente utilizados en el ámbito de la evaluación de las políticas públicas, por ello, la eficacia de una política se ve materializada cuando se alcanzan los objetivos propuestos, teniendo en cuenta la calidad y oportunidad, sin tomar en cuenta los costes que tiene, como es el caso de la eficiencia (Aedo, 2005).

Esta etapa proporciona información valiosa sobre las metas y funciona como una guía para la toma de decisiones. Su propósito es facilitar la resolución de problemas de responsabilidad y la comprensión de los fenómenos aplicados, basándose en aspectos clave de evaluación como las metas, la planificación, la ejecución y el impacto (Stufflebeam y Shinkfield, 2015).

La CEPAL, considera a la etapa de la evaluación como la actividad que permite revisar el desempeño de la acción pública a través de la valoración sistemática, la puesta en práctica y los resultados de una intervención pública desde su diseño, conocida como evaluación ex ante, en la implementación (evaluación concurrente) o ya concluida (evaluación ex post) (CEPAL, s/f; Bobadilla, *et al.*, 2013).

Una vez implementada la política, se da seguimiento mediante el monitoreo, lo que corresponde a la fase de evaluación formativa, que se lleva a cabo durante la aplicación de la política, por lo que también se conoce como evaluación concurrente o del proceso. Cuando la política muestra resultados, entonces se hace una recapitulación de los insumos utilizados para medir su eficacia, eficiencia y desempeño general de acuerdo con las metas establecidas. Esta última fase de evaluación es sumativa y se le conoce como evaluación ex post (Bobadilla, *et al.*, 2013).

John Scott, en medio de este contexto, argumenta que la evaluación en cualquiera de las etapas es pieza fundamental, abona, robustece y mejora la transparencia de las políticas públicas siempre y cuando se haga a través de organismos autónomos (2008).

Se puede obtener, en síntesis, que la evaluación de las políticas, es el proceso holístico que abarca todas las fases del ciclo de vida de una política pública, desde su concepción hasta su implementación y seguimiento, con el propósito de mejorar la calidad de la toma de decisiones, asegurar el logro de los objetivos establecidos, fomentar la transparencia y la rendición de cuentas y promover un aprendizaje continuo en la administración pública. Este enfoque implica la recolección y análisis sistemático de datos cualitativos y cuantitativos para evaluar el desempeño de las políticas, tanto en términos de eficiencia y eficacia.

## 2.5 Clasificación de la política pública

Tras definir y analizar las distintas etapas del ciclo de políticas públicas, desde la identificación de problemas hasta la evaluación de resultados, surge la necesidad de profundizar en la comprensión de la diversidad y complejidad de las intervenciones gubernamentales. En este contexto, la clasificación de políticas públicas emerge como un elemento para organizar y entender la multiplicidad de

enfoques, objetivos y herramientas empleadas por los gobiernos en la búsqueda de soluciones a los problemas sociales, económicos, políticos y ambientales.

Existen algunas propuestas como las de Delgado (2009) al referir que existen las Políticas sustantivas y procedimentales o como las de (Rizvi y Lingard, 2013) al sostener que existen Políticas simbólicas y materiales, sin embargo, la clasificación impulsada por Lowi en su artículo “*public policy, case studies, and political theory*” en 1964 (Aguilar, 2010; García-Manso, 2011), integró 4 distintas formas de intervención del estado: políticas distributivas, regulatorias, redistributivas e institucionales.

Las Políticas públicas distributivas son aquellas que resuelven el problema mediante la asignación de recursos. Este tipo de política pública tiene costo difuso con beneficiarios concretos. A manera de ejemplo se puede señalar el pago de impuestos, donde, todos realizan dicha obligación y los beneficiarios son los ciudadanos.

Las políticas públicas regulatorias emergen cuando prevalece un conflicto social y requiere regular conductas mediante prohibiciones o prescripciones, generando los incentivos para promover la observancia del instrumento jurídico. En este tipo de política, encontramos costos concentrados con beneficiarios difusos, un ejemplo de esta política pública puede ser la legislación ambiental, donde establece impuestos o sanciones por contaminar, a sujetos que actualicen dicha conducta y siendo beneficiaria la población.

Las políticas redistributivas, en cambio, se emplean, cuando el problema abarca a toda la sociedad o una gran mayoría y se lleva a cabo una forma redistributiva como la propiedad, poder, etc. Esta política requiere según (González, 2005), de un ejercicio directo de coerción, que en palabras de (Cánto) lo identifica como “un ejercicio inmediato directo del poder político” (2018:234). Esta política tiene un costo

concentrado con beneficiarios concentrados. Puede ejemplificarse con la expropiación de tierras para la construcción de una presa.

Finalmente, las políticas institucionales, se refieren a la acción pública donde se definen las normas o las reglas acerca del poder. Posee un costo difuso con un beneficio del mismo tipo. La política electoral a través de la ley de la materia, como ejemplo, asignan presupuesto a los partidos políticos para su funcionamiento. El Cuadro 8, muestra la ubicación de la clasificación de las políticas en función de los costos y beneficios señalados.

Cuadro 7. Clasificación de las políticas públicas

|                                                                |              | <b>Costos</b>      |                     |
|----------------------------------------------------------------|--------------|--------------------|---------------------|
|                                                                |              | Concentrados       | Difusos             |
| <b>B<br/>e<br/>n<br/>e<br/>f<br/>i<br/>c<br/>i<br/>o<br/>s</b> | Concentrados | I. Redistributivas | II. Distributivas   |
|                                                                | Difusos      | III. Regulatorias  | IV. Institucionales |

Fuente: Elaboración propia a partir de (Aguilar, 2010).

La clasificación de las políticas públicas permite estructurar y entender la diversidad de intervenciones estatales, destacando su impacto en la distribución de costos y beneficios. Propuestas como las de Lowi, que diferencian entre políticas distributivas, regulatorias, redistributivas e institucionales, proporcionan un marco analítico para evaluar cómo los gobiernos abordan problemas sociales, económicos y ambientales. Este enfoque no solo facilita la identificación de objetivos y herramientas, sino que también contribuye a la formulación de soluciones más eficientes y equitativas.

## 2.6 Política ambiental: Principios, concepto e instrumentos

El crecimiento acelerado de la población y la creciente demanda de bienes y servicios han transformado profundamente el entorno natural. La expansión de las ciudades y las actividades industriales han provocado la destrucción de ecosistemas, la contaminación del agua, el aire y el suelo. Estos cambios, impulsados por factores económicos y de mercado, han generado una crisis ambiental que requiere atención urgente. Por ello, es fundamental que el desarrollo de los países sea sustentable, es decir, que proteja y regule los recursos naturales mediante políticas económicas y ambientales adecuadas (Pérez, 2010).

Los recursos naturales representan un punto medular en la calidad de la convivencia y para la sobrevivencia de la especie humana, la cual, necesita de la corresponsabilidad sociedad-gobierno para controlar las causas de los problemas, restablecer los daños, transformar las actividades de los agentes económicos que son nocivos para el medio ambiente y fomentar políticas de tipo ambiental.

Aunque los actores, (sociedad, gobierno y comunidad internacional) pudieran ser insuficientes para mejorar las condiciones derivadas de múltiples factores, como son el gasto o inversión, marco jurídico y políticas públicas (Aguilar, 2019), no debe desincentivar esta tarea, pues, al final, el entorno es por y para la subsistencia.

La comunidad internacional, en el marco de la política ambiental incorporó algunos principios para su mejor desempeño, que son necesarios mencionar (Godínez, 2007):

Principio de desarrollo sustentable: Aquel proceso que busca mejorar, a través de medidas apropiadas en términos de equilibrio ecológico, protección al ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, la calidad de vida de las personas sin comprometer las necesidades de generaciones futuras.



El que contamina paga (*polluter-pays principle* / *principe pollueur-payeur*): Principio que demanda, del responsable de un daño ambiental, pagar los costos de reparación y limpieza<sup>2</sup>.

Principio precautorio. Aquel que garantiza la prevención de afectaciones al medio ambiente e incluso la vulneración de derechos humanos a partir del principio de interdependencia, indivisibilidad y progresividad. Este principio regula la actuación cuándo la ciencia no da respuestas definitivas, o cuando un hecho genere dudas acerca de un posible daño ambiental (Bordenave, 2011).

Principio de cooperación ambiental. Corresponde a la tarea de coadyuvar entre los Estados, en materia de evaluación de impacto ambiental, proveeduría de información, recursos naturales compartidos y emergencias transfronterizas. Este principio encuentra su base jurídica en el principio 24 de la Declaración de Estocolmo, que obliga a los Estados parte, a tener esa relación de colaboración en la materia.

Principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas. Este principio reconoce que todos los países son responsables de la contaminación global, sin embargo, atribuye, por su desarrollo económico e industrial, mayor grado de responsabilidad para disminuir y remediar el problema a algunos países.

En México, la conciencia ambiental es motivada por los efectos del intenso proceso de industrialización, urbanización, crecimiento y concentración demográfica que ocurre en las zonas metropolitanas (Lezama y Graizbord, 2010). Por ello, es necesario, con base a los principios internacionales de política ambiental e instrumentos, impactar en los comportamientos de los agentes y sensibilizar del daño provocado por las diversas actividades humanas.

---

<sup>2</sup> Dicho principio nace por las aportaciones del economista inglés Arthur Pigou.

Habitualmente, al tener el concepto de política, se piensa de inmediato, en el actuar o dejar de hacer del Estado para resolver un problema; en el caso de la política ambiental, se debe pensar en el quehacer por parte de los diferentes actores, (no solo en el público) para lograr el equilibrio ambiental, bajo la protección y debida administración de los recursos naturales a través de diferentes mecanismos. Así, la política ambiental se puede entender como “el conjunto de acciones que se diseñan para lograr la ordenación del ambiente” (Brañes,1994:149).

Para (Rodríguez, y Espinoza), la política ambiental es el conjunto de objetivos, principios, criterios y orientaciones generales para la protección del medio ambiente de una sociedad particular, mismas que se ponen en marcha mediante una amplia variedad de instrumentos y planes (2016).

Estos autores indican que las políticas ambientales pueden ser de tipo explícitas e implícitas, entendiendo las primeras como aquellas que están formuladas y publicadas en documentos oficiales y que tienen como objetivo la protección ambiental; respecto a las implícitas, aquellas que se toman en otros ámbitos de la política pública o en los sectores productivos y que influyen en la transformación del medio ambiente, ya sea de forma positiva o negativa.

La búsqueda del equilibrio y protección ambiental, mediante la intervención del estado y demás actores involucrados a través de la política pública, es clave. Los medios que capitalizan estas acciones, están depositados en los distintos instrumentos que permiten acceder al logro de las metas contenidas en los programas y proyectos definidos en los planes de cada estado, como es el caso del cuidado del recurso hídrico, temas necesarios de abordar con el objeto de comprender su contenido, alcances y limitaciones en relación al tema de investigación del presente proyecto.

El problema del medio ambiente, se asume generalmente por la microeconomía como un caso de externalidad negativa, entendida como el efecto desfavorable que un agente económico (persona, empresa, gobierno) produce en la renta, riqueza, bienestar de otro agente económico, y que la ley, costumbre o tecnología, no permiten o consideran el pago o ingreso por el daño producido. (Hinostroza y Mallet, 2000).

La intervención estatal en la gestión de los problemas ambientales se fundamenta y se justifica en la perspectiva neoclásica, que aboga por la adopción de políticas mediante diversos instrumentos, en lugar de depender exclusivamente de la negociación libre entre las partes involucradas. Este enfoque se basa en la aplicación del teorema de Coase, como señalan Hinostroza y Mallet (2000).

Se habla entonces de instrumentos de política ambiental como aquellos mecanismos de mercado que simulan un precio de la degradación ambiental que deben asumir los agentes a sus costos, internalizando así las externalidades. Los instrumentos de política ambiental, (conocido también como de gestión), ayudan a alcanzar los objetivos de sostenibilidad de manera más eficiente y a mejorar la calidad de vida de algunos grupos de la sociedad, particularmente los más vulnerables (CEPAL, 2015).

Los instrumentos internacionalmente más utilizados son de comando y control, económicos, de educación e información y, voluntarios. Los instrumentos de comando y control, tienen un enfoque regulatorio estableciendo estándares y/o límites específicos que los agentes económicos deben cumplir; los instrumentos económicos, se basan en los incentivos de mercado o económicos para generar comportamientos esperados; los instrumentos de educación, informan y educan a los agentes y actores sobre aspectos importantes del medio ambiente y de tipo voluntario, aquellos implementados por productores productivos por sobre el nivel de lo regulado (CEPAL, 2015).

En otra perspectiva, (Ángeles *et al*, 2021), clasifica los instrumentos de política ambiental en Regulación directa, Administrativos, Económicos y Educativos. Los de regulación directa o comando y control, dependen de la promulgación de normas, recaen principalmente en la coerción sanción, que es la forma tradicional de cumplimiento de la ley. En cuanto a los instrumentos administrativos, se basan en la entrega de licencias, permisos y demás instrumentos para adquirir prerrogativas de uso de los recursos naturales al tenor de la normatividad. Los instrumentos económicos, están encaminados a que el mercado propicie el cumplimiento de las metas, como el caso de pago de derechos e impuestos. Finalmente, los instrumentos educativos, son aquellos basados en acciones que engloban la investigación y asistencia técnica de la información.

Una clasificación distinta de instrumentos de política ambiental la propone (Böcher, 2012):

- I. Instrumentos informativos o persuasivos. Aquellos que intentan influir en las decisiones de la gente mediante la información de su impacto, da como ejemplo, las etiquetas ecológicas.
- II. Instrumentos cooperativos. Acuerdos voluntarios con un propósito ambiental, alcanzados entre agentes privados y actores públicos. Las certificaciones ambientales, son un ejemplo de dicho instrumento
- III. Instrumentos económicos. Mecanismos que usan los precios del mercado para incentivar o desincentivar conductas, por ejemplo, los impuestos.
- IV. Instrumentos regulatorios. Aquellos que nos indican que conductas realizar y cuáles evitar y/o las condiciones para llevar a cabo esas conductas.

Los instrumentos a nivel microeconómico y macroeconómico, los adopta (Demir, 2011) al incluir en la primera, el cobro de impuestos y gravámenes, multas y sanciones, acciones de compensación y restauración, mientras que en la segunda los seguros ambientales, certificados de emisión negociables, fondos, subsidios, deducciones fiscales y fianzas de buen fin.

Ahora, el éxito de los instrumentos referidos, en sentido amplio, puede lograrse a través de un enfoque dinámico, sin embargo, para transitar al objetivo central, se requiere la determinación previa de qué instrumentos o combinaciones de ellos se pueden emplear en el marco de los planes y programas de cada Estado, definidos como la integración de uno o varios instrumentos, junto con otras acciones que podrían abarcar obras físicas de conservación, prevención o restauración, según lo explican (Rodríguez y Espinoza, 2016; Pérez, 2010).

Hinostroza y Mallet, en un criterio más específico, apuntan que la elección del instrumento, se remite al mecanismo de regulación directa del comportamiento del agente o incentivos económicos para inducir a la modificación de la conducta frente a recursos naturales, que viven un constante debate de las ventajas y desventajas que cada grupo aporta (2000).

Este ejercicio dinámico-burocrático (selección y aplicación de instrumentos), en conclusión, busca resolver el problema ambiental bajo el contexto social, político y económico que se identifique, reflejando así, la aportación de ciencias como el derecho y la economía ambiental <sup>3</sup> para la construcción de una mejora sustancial.

La política ambiental en México se rige, bajo 20 principios contenidos en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (Art. 15), mismos que están alineados a su vez con los principios de la comunidad internacional en la materia.

La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, fue publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 28 de enero de 1998. El objeto de dicho instrumento, es garantizar el derecho a un medio ambiente sano, definir principios e instrumentos de política ambiental, mejorar el ambiente, su preservación y

---

<sup>3</sup> Rama o subdisciplina de la economía neoclásica que surge como respuesta por parte de algunos economistas ante la degradación ambiental.

restauración, asegurar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y prevenir y controlar la contaminación de los elementos, aire, agua y suelo.

De acuerdo a la Ley de referencia, el Estado Mexicano se rige bajo los instrumentos de política ambiental contenido en 11 secciones: planeación ambiental, ordenamiento ecológico territorial, instrumentos económicos, instrumentos de carácter fiscal, financieros y mercado, regulación ambiental, evaluación de impacto ambiental, normas oficiales en materia ambiental, autorregulación y auditorías ambientales e investigación y educación ecológicas.

La promulgación y publicación de la Ley ambiental mexicana y sus instrumentos, se convirtieron en un referente que permitió legitimar no solo demandas concretas, sino también nuevas maneras de atender la problemática ambiental (Azuela,2006). Este efecto legislativo alcanzó a su vez, una mejor y eficaz gestión de la política ambiental al promover la descentralización de funciones en el cuadro burocrático, la participación activa y la gobernanza.

Desafortunadamente, la actual situación nacional, gracias a la evolución social y económica que ha agravado la situación de los recursos naturales, particularmente de la cantidad y calidad del agua, requieren de una actualización normativa y política alineada con este fenómeno. Esta posición con la realidad histórica, ha situado a los programas a largo plazo, a ser incongruentes y se obliga inevitablemente a la implementación de políticas incrementalistas, que solo buscan resolver problemas de efectos más que problemas causales, como asegura (Alfie, 2016).

## 2.7 Agua y sostenibilidad, perspectivas y retos en el mediano y largo plazos

Saber qué tan válido es comenzar el tema de desarrollo sustentable, sin antes empezar sobre la gestión ambiental, es incierto, no obstante, sí es imprescindible que ambos estén inmersos en el marco teórico al hablarse de materia ambiental más particularmente de recursos hídricos. Poder entender el desarrollo sustentable desde su enfoque conceptual, requiere, primeramente, revisar el contenido de sustentabilidad. Este término busca, a partir de múltiples debates, armonizar la relación hombre/naturaleza desde las dimensiones económica, ambiental y social.

La sustentabilidad tiene diversas concepciones dependiendo de la corriente que se trate; el ambientalista, que a su vez se subdivide en tres rubros, sustentabilidad fuerte, representada por la economía ecológica, toma en cuenta los flujos de materia y energía en la economía, trata de asignar de forma racional y eficiente los recursos de la biosfera finita<sup>4</sup>; la sustentabilidad débil representada por la economía ambiental, se encarga de aplicar instrumentos de la teoría neoclásica, situándose particularmente en la microeconomía para la valoración de externalidades negativas y la consecuente intervención del estado y, finalmente, la corriente humanista, que incluye el marxismo y anarquismo, dando total importancia al aspecto social y contrario a los dos enfoques referidos (Pierri, 2015).

En un término más sencillo, la Sustentabilidad puede entenderse como el equilibrio que prevalece entre una comunidad y su medio, para satisfacer necesidades. (Estrella y González, 2017). Este enfoque, generalizado conlleva la participación y ejecución de tareas por diversos actores y gobierno, sin limitar alguna herramienta para lograr el objetivo.

---

<sup>4</sup> Georgescu-Rogen (considerado padre de la economía ecológica), objeto este enfoque argumentando que, si la actividad económica degrada recursos, existiría un límite de capacidad de sustentación y de la vida humana que el mundo puede sostener (Georgescu, 1975 como se citó en Martínez y Roca, 2015).

De acuerdo con Martínez, a partir de las teorías referidas y otros como la soportada por Malthus, surge el concepto de desarrollo sustentable (2019), concepto popularizado a partir del informe de Brundtland, publicado en 1987 y presentado en la Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, realizada en Río de Janeiro, en 1992. Aquí se define, como el proceso de satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones (Estrella y González, 2017).

La Organización de Estados Americanos, define al desarrollo sustentable como aquel ideal que satisface necesidades del presente sin comprometer las capacidades que tienen las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades (OEA, 1988).

En ese mismo tenor, Arturo Sánchez conceptualiza al DS, como el proceso cuyo manejo de los recursos comunes debe reformarse y construir nuevas formas de esquemas regulatorios de mercado para hacer frente a un futuro más racional estable y equitativo (2011).

Desarrollo sustentable y sustentabilidad, son conceptos que pueden alcanzar múltiples significados desde la perspectiva que se observe, es decir, de la ciencia que lo conceptualice, como puede ser la económica y ambiental, pero todos alineadas con el denominador común de aprovechar los recursos al margen de las generaciones futuras.

Si bien, se considera que a partir del documento referido (informe de Brundtland), el régimen jurídico constitucional mexicano y leyes secundarias representan el grueso que resuelve la problemática de los recursos naturales (Escobar, 1995), lo cierto es que el óptimo ambiental en el país, se ha logrado de la mano de mecanismos jurídicos, pero también de políticas ambientales que, a pesar de las



condiciones sociales, económicas, políticas y burocráticas que atraviesa el país, han logrado avances sustanciales.

México no ha sido omiso en esa búsqueda de la sustentabilidad, debido a que sus planes nacionales de desarrollo, programas y proyectos están en esa búsqueda del óptimo social, ambiental y económico que no solo la comunidad internacional ha exigido sino la misma sociedad en general.

Ahora bien, dichos conceptos (sustentabilidad y desarrollo sustentable), llevados a la materia hídrica al amparo de las premisas fundamentales, dan como resultado que, la sustentabilidad hídrica pueda entenderse como el cuidado, control y eficiente aprovechamiento de los recursos hídricos con impacto positivo en la esfera económica, ambiental y social, con miras a largo plazo para generaciones futuras.

La Ley de aguas nacionales en su artículo 3°, fracción XXI, considera al desarrollo sustentable del agua de forma siguiente:

“En materia de recursos hídricos, es el proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter hídrico, económico, social y ambiental, que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se fundamenta en las medidas necesarias para la preservación del equilibrio hidrológico, el aprovechamiento y protección de los recursos hídricos, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de agua de las generaciones futuras” (Ley de aguas nacionales, 1992:4).

Es una realidad, que el recurso hídrico, cada vez tiene menor rendimiento en términos de abastecimiento a consecuencia de la contaminación de las fuentes de abastecimiento, esto obliga, desafortunadamente, a crear nuevos modelos que permitan aprovechar y cuidar el agua, es decir, a crear nuevos paradigmas que ayuden a entender y actuar frente a dichos problemas, que a la data no se han tomado con la seriedad que merece. La sustentabilidad del agua tiene un alcance

mayúsculo, pues como asegura Monroy, incluye la conservación del recurso, la lluvia, acuíferos, lagos y ríos, bosques, energía, agricultura, ganadería, urbanización e industria (2013).

Virtud de dicho alcance, es que la apuesta actual por demás académicos, para alcanzar la sustentabilidad hídrica, es través, del manejo de cuencas<sup>5</sup>, que si bien, es un brazo esencial en el camino de la sustentabilidad o desarrollo sustentable del agua, deben coadyuvar con demás instrumentos y actores para lograrlo.

De esta manera, se pone de relieve la importancia de la colaboración entre diversos actores y el uso de herramientas efectivas para abordar el desafío de los recursos hídricos y alcanzar la sustentabilidad. A pesar de que las políticas de austeridad han reducido los recursos asignados a los organismos y secretarías responsables, se han buscado alternativas económicas y políticas que, mediante una gestión adecuada, permitan promover un medio ambiente saludable y un desarrollo económico equilibrado.

## 2.8 Gestión ambiental de los recursos hídricos

Los mecanismos o conjunto de acciones que se llevan a cabo para lograr un objetivo o meta, se le conoce como gestión, este concepto originalmente se encuentra en la ciencia de la administración y se le asocia comúnmente, con el ámbito privado, sin embargo, se ha trasladado a la cuestión pública en esa búsqueda de cumplimiento de objetivos/metast a través de la eficacia y eficiencia. Conocer, en aislado su significado y entender el espíritu de las palabras simples, ayudarán a un mejor entendimiento de gestión ambiental.

---

<sup>5</sup> Acciones dirigidas al aprovechamiento racional, uso múltiple, prevención, protección y mitigación contra fenómenos en la búsqueda del bienestar a través de una planeación que incluya integración, participación, construcción y control de la actividad socio-económica (Gutiérrez, 2013).

Siguiendo a Darío (2006), gestión, responde a aquellos procesos que cumplen con fines y actividades para lograr objetivos, mediante la planificación, ejecución y control; las tareas principales de este proceso, son la programación de actividades, manejo de personal, asignación de recursos, y dirección de ejecuciones (Dourojeanni, 2000).

El ambiente, por su parte, deviene de una necesaria intervención del hombre en los recursos naturales, es decir, de la existente “[...] penetración de la sociedad en la naturaleza” (Federovisky, 2008:48). En un aspecto similar, Reboratti (2006) describe el ambiente como un conjunto dinámico de elementos que nos rodean, en el que las interrelaciones entre los factores naturales y artificiales moldean tanto nuestra existencia biológica como nuestra realidad social, cultural y económica. Por otro lado, Antonio Brailovski aborda lo ambiental desde la interacción entre naturaleza y sociedad, destacando cómo cada grupo humano transforma su entorno natural y cómo estas acciones impactan en las condiciones de vida de las personas (2006).

Partiendo del entorno problemático que ha traído el desarrollo de los países al margen de una contaminación flagrante y mal uso de los recursos naturales, es válido cuestionarse ¿Cómo se satisfacen las necesidades actuales y futuras, manteniendo el equilibrio de los sistemas naturales y sociales? (Vega, 2001).

La respuesta a dicho cuestionamiento se encuentra en la gestión ambiental que, a través de las políticas ambientales y los marcos normativos, puede dosificar el daño ocasionado por el mal uso y la severa contaminación del medio ambiente. Esta articulación gestión-ambiente, de acuerdo con Juan Santos, “[...] se debe principalmente a tres factores, la sociedad del consumo, la norma y la economía” (1994:37).

La gestión ambiental se entiende como el proceso derivado de las necesidades sociales, que evita el deterioro del medio ambiente y se enfoca en la creación de

normas jurídicas y su aplicación a través del Estado y este a su vez de Autoridades ambientales. Recae entonces, sobre la acción administrativa, que regula y gestiona la materia al extremo de adoptar medidas de inspección, control y sanciones (Gutiérrez, 2008).

Para Anne Germain y Marcos Rodríguez, es la relación ambiente-población-desarrollo en el marco de la sustentabilidad y, para que esto pueda lograrse debe haber una constante participación en términos de recursos, gestores y orientadores por parte del Estado para alcanzar el bienestar humano y conservación de los recursos (1995).

En el mismo sentido (Sánchez, 2011), considera que la GA, es el conjunto de acciones que buscan reorientar las actividades económico sociales, para transitar hacia un desarrollo sustentable. Alberto Gutiérrez, estima, que la gestión ambiental, se entiende desde un doble enfoque a partir de los conservacionistas y los ambientalistas radicales, los primeros se dedican al estudio del medio ambiente, con un alto sentido del reproche hacia actividades económicas y al Estado, mientras que los segundos, buscan la defensa y protección del entorno natural, pero también del escenario económico, político y cultural (2005).

Este proceso multicitado, según (Gómez, 2003), posee algunos principios que son importantes señalar:

- a) Lo económico es ecológico. No existe divorcio se promueve el desarrollarlo y actividad económica
- b) Responsabilidad compartida. No se exime a algún actor, todos son responsables.
- c) Subsidiariedad. La facultad del Estado de auxiliar a los actores o agentes en sus actividades amén del cuidado ambiental.
- d) Prevenir que curar. Apuesta por la planeación, para la evaluación oportuna de problemas ambientales.

- e) Sostenibilidad de las actividades. Aprovechamiento de recursos de forma eficiente para no deteriorar y afectar futuras generaciones.
- f) El que contamina paga. Modelo fiscal que busca la reducción de los contaminantes a través de una tarifa, que supone cubre el costo del daño ambiental producido.
- g) El que conserva cobra. Incentivar a las buenas prácticas mediante subsidios o remuneraciones.
- h) Internalizar los costos ambientales. Responsabilidad de asumir costos ambientales derivado del aprovechamiento de los recursos
- i) Integración ambiental en las actividades. Diseño, Identificación y gestión de proyectos con sensibilidad ambiental.
- j) Lo verde vende. Promover productos y consumo, con sentido verde.
- k) Pensar globalmente y actuar individual y localmente. Concientizar en el día al cuidado y mejor aprovechamiento de los recursos.

Frente a la conciencia social que exige un cambio en el comportamiento de las actividades económicas, la gestión ambiental se puede definir como el proceso o conjunto de acciones lógicas que buscan lograr objetivos ambientales a través de diferentes medios creados por el Estado, pero ejecutados por diferentes actores, para eficientar el uso de recursos y reducir el nivel de contaminación a fin de lograr el desarrollo sustentable.

En México, La Gestión Ambiental dio inicio en los años 70's, mediante la aplicación de medidas y leyes sanitarias hasta llegar al sector medio ambiente. A pesar de que ha evolucionado en los últimos años, el logro de los objetivos aún está en semáforo amarillo. Las políticas públicas, leyes e instrumentos, son algunos de los elementos que coadyuvan, de forma sinérgica al *status quo*, sin embargo, es imperativo lograr el bienestar de las personas, a través de mejores y eficientes instrumentos de gestión (Sepúlveda y Rubén 2020).

## 2.9 Gestión integral y gobernanza del agua

La creciente problemática por el agua, en términos de abastecimiento y contaminación es incuestionable, sin embargo, las acciones de manejo, administración y control, que se implementan, son clave para la subsistencia del recurso vital. Sin poner en el plano central al Estado, nos lleva a la gestión integral de los recursos hídricos a través de la interacción de áreas administrativas, económicas y ambientales, así como de la implementación de mecanismos prácticos y eficaces.

México ha destacado, normativamente, como un actor central en la búsqueda de soluciones por el abastecimiento y contaminación del agua, que se ha materializado con la gestación de diversas leyes, estrategias y actividades reflejadas en política hídrica nacional. Las acciones de referencia, (surgido de en los años 70's) son consideradas dentro del modelo de Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH), y de las políticas ambientales, promovidas e impulsadas por la Organización de Naciones Unidas (ONU), la *Global Water Partnership* (GWP), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Consejo Mundial del Agua (WWC por sus siglas en inglés) (Ruiz, 2015).

La Gestión Integral de los Recursos Hídricos, tiene como objetivo, orientar el desarrollo de las políticas públicas en materia de recursos hídricos, mediante el balance de desarrollo económico, social, y protección del ecosistema (Martínez y Villalejo, 2018).

De acuerdo con la *Global Water Partnership*, la GIRH alinea los tópicos de uso, control, aprovechamiento, preservación y sostenibilidad de los sistemas hídricos (2000). A partir de ello, es que este enfoque, busca orientar las políticas públicas conciliando el desarrollo económico, social y su protección a los ecosistemas (Martínez y Villalejo, 2018).

A partir del 2014, la GIRH se posicionó como la base de la política del Estado, que proponía la participación social para resolver la crisis del agua y planificar otras necesidades de manera integral, esto implicaba en términos conceptuales la aparición de gobernanza en el plano hídrico (Vega, 2016).

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2011) considera que gobernanza y gestión del agua, tienen connotaciones diferentes al definir a esta última como “[...] las actividades operacionales para el cumplimiento de objetivos específicos, entre ellos abastecimiento de agua, consumo y reciclaje”.

Con este enfoque, se elimina el interés particular y prevalece el público, donde, además, se traslada a un concepto de preservación y sustentabilidad y se deja el lado la explotación, uso y aprovechamiento del recurso hídrico; conlleva entonces, la GIRH, a la toma de decisiones y el manejo del recurso vital, partiendo de las necesidades y deseos de los agentes, respecto a la preservación, uso y control del agua.

Algunos pronunciamientos como el de Ferney, asegura que el modelo de gestión integral de los recursos hídricos, toma fuerza a partir de las conferencias internacionales y las legislaciones ambientales en conservación y manejo, con una visión exclusiva del Estado, lo que ha impedido su aplicación (2011).

Se suma a dicha consigna lo sugerido por (González *et al* 2016) quienes estiman que la GIRH tiene como base el concepto de cuenca, es decir, como el soporte del enfoque de la Gestión y se centra únicamente en problemas y conflictos asociados al uso y disponibilidad, dejando a un lado la cuestión de la contaminación.

Estos dos enfoques se ven disipados por el significado que le otorga el gobierno federal mexicano a través de la Ley de aguas nacionales, mismos que en su artículo 3 define la gestión del agua y gestión integral del agua, por lo que merecen ser citados:

XXVIII "Gestión del Agua: Proceso sustentado en el conjunto de principios, políticas, actos, recursos, instrumentos, normas formales y no formales, bienes, recursos, derechos, atribuciones y responsabilidades, mediante el cual coordinadamente el Estado, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, promueven e instrumentan para lograr el desarrollo sustentable en beneficio de los seres humanos y su medio social, económico y ambiental, (1) el control y manejo del agua y las cuencas hidrológicas, incluyendo los acuíferos, por ende su distribución y administración, (2) la regulación de la explotación, uso o aprovechamiento del agua, y (3) la preservación y sustentabilidad de los recursos hídricos en cantidad y calidad, considerando los riesgos ante la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios y daños a ecosistemas vitales y al medio ambiente. La gestión del agua comprende en su totalidad a la administración gubernamental del agua; (Ley de aguas nacionales, 1992:5)

XXIX "Gestión Integrada de los Recursos Hídricos": Proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con estos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Dicha gestión está íntimamente vinculada con el desarrollo sustentable. Para la aplicación de esta Ley en relación con este concepto se consideran primordialmente agua y bosque; (Ley de aguas nacionales, 1992:5).

La gestión del agua contempla todos los instrumentos a su alcance para lograr el control, manejo, distribución, administración y preservación del recurso, a través del aparato de gobierno, mientras que la gestión integral, no se limita únicamente a la administración pública, sino que incluye demás actores, esto es que busca integralmente el *Status Quo* del agua alineado con demás recursos para lograr el desarrollo sustentable.



En ese ánimo de integración de diversos actores, como parte total de la gestión integral del recurso hídrico, nos lleva al concepto de gobernanza del agua, que, de acuerdo con la Asociación Mundial del Agua (*GWP-Global Water Partnership*) constituye el grupo de sistemas políticos, sociales, económicos y administrativos que están en posibilidad de desarrollar, administrar y distribuir el recurso en la sociedad (Martínez y Reyna, 2012).

Otra definición de gobernanza del agua con mayor uso es la de Rogers y Hall, quienes refieren al conjunto de aspectos administrativos, sociales, políticos y económicos al alcance, para gestionar la cantidad y calidad en diferentes niveles sociales (2003).

Si bien existen diversas definiciones de gobernanza del agua que comparten elementos fundamentales, particularmente en la integración de los actores en la toma de decisiones sobre asuntos hídricos, Castro-Buitrago *et al.*, (2019), desde el enfoque de la ciencia política, la clasifican en tres corrientes principales: (1) el neo institucionalismo, (2) el enfoque basado en la gestión del recurso como propiedad y (3) la ecología política (Sanchis y Boelens, 2018).

Siguiendo a Rojas, y Tzatchkov, el neoinstitucionalismo, también conocido como teoría de la acción racional, sostiene que los agentes económicos actúan con base en intereses racionales, guiados por incentivos y desincentivos que influyen en su participación en la gestión de los recursos hídricos. Un ejemplo de esta corriente es el desarrollo instrumentos económicos como el pago de derechos ambientales y los mercados del agua, los cuales buscan regular el acceso y uso del recurso a través de mecanismos de asignación basados en la eficiencia.

El enfoque de la gestión del recurso como propiedad se fundamenta en la problemática de la 'tragedia de los comunes', resaltando la necesidad de otorgar autonomía y poder a los actores locales para establecer normas, derechos y responsabilidades en la administración y distribución del agua. Este modelo busca

fortalecer la gobernanza hídrica mediante la definición clara de derechos de uso y esquemas de gestión colectiva.

Finalmente, el análisis de la economía política, se centra en la estructura del poder económico, político y social, argumentando que los costos y beneficios derivados del cambio ambiental no se distribuyen equitativamente, agudizando la desigualdad socioeconómica-Política y cultural principalmente a los sectores más vulnerables (2022).

Así, la gobernanza del agua -en contexto- está asociada con el marco político-administrativo en el que se define el uso del agua, es decir, donde se toman las decisiones (de acuerdo con las corrientes referidas), mientras que en la gestión del agua se evoca a los requerimientos físicos para su distribución, es decir, recae en infraestructura administrativa y técnica (Martínez y Reyna, 2012).

Habitualmente, el campo de la política ambiental y de gestión de recursos naturales, como en muchas áreas de la administración pública en México, ha operado a partir de estrategias jerárquicas de mando y control (Briggs, 2003; Holling y Gary, 1996), sin embargo, se ha requerido a nuevas estrategias de interacción entre un amplio rango de actores y políticos, quienes han empezado a interesarse, diseñar y experimentar con mecanismos institucionales, que buscan en la esfera de la legitimidad, la eficiencia a la problemática ambiental (Bäckstrand, 2010).

Aún y con la creación de diferentes modalidades para el control de la contaminación del agua y demás problemas ambientales, es válido cuestionarse ¿Por qué los gobiernos siguen adoptando dicho enfoque a pesar de las limitantes y críticas que se hacen a los modelos referidos? (Biswas, 2004).

La realidad social, el entorno económico y demás factores evolucionan a un paso más veloz que los mecanismos de control que tienen al alcance el gobierno y

sociedad en general. La concientización, a pesar de que está latente, no capitaliza ningún efecto positivo respecto al uso del agua y la contaminación de la misma.

Desafortunadamente, solo se centra, como se mencionó líneas arriba, en la culpa al Estado por la “insuficiente e ineficaz regulación”, sin embargo, el problema ambiental, el del agua específicamente, tiene relación directa con las conductas de todos los agentes económicos, debido al flagrante rechazo al cambio.

La contaminación del agua es un problema público que requiere una participación activa y una toma de decisiones efectiva. A partir de la Metodología del Marco Lógico (MML) y su análisis mediante el árbol del problema, es posible identificar sus causas y efectos para proponer soluciones adecuadas. Estas alternativas deben abordar el problema de manera integral y, al mismo tiempo, generar impactos positivos en áreas clave como la salud, el bienestar, la educación, la seguridad y la vivienda.

En este proyecto de investigación, la apuesta a reducir la problemática de la contaminación del agua de fuentes puntuales como es la descarga de aguas residuales del público urbano e industrial, en el Estado de Michoacán, se busca a través de una evaluación de eficiencia del instrumento directo o de comando y control, como son las sanciones económicas.

## 2.10 La política hídrica en México

Los problemas relacionados con la cantidad y calidad del agua, su cuidado y administración en el sector público urbano, industrial, agrícola y generación de energía, pueden resolverse mediante la aplicación de políticas públicas a través de un Plan Nacional de Desarrollo y un Programa Nacional Hídrico que establece los proyectos para lograr los objetivos planteados (Santes, 2017).

Formalmente, estos dos instrumentos que conforman la política hídrica, incorporan también elementos como la gestión integral del agua y la gobernanza, fundamentales para el logro de la eficiencia económica, el desarrollo social y la sustentabilidad ambiental.

La Declaración Universal de Derechos Humanos, en su artículo 21, establece que las personas tienen el derecho de participar a través de ellos o sus representantes en la actividad gubernamental de sus estados, razón por la que la Constitución Mexicana integrará en su artículo 26, un sistema de planeación democrática para resolver problemas y priorizar actividades para su solución (Asamblea General de las Naciones Unidas, 1948; CPEUM. Art. 26., 1917).

Gracias a la incorporación en la Constitución, del Sistema de Planeación como forma de hacer política, se publicó la Ley de Planeación, el 5 de enero de 1983, en el Diario Oficial de la Federación, ley reglamentaria que estableció como propósito la transformación de la realidad de conformidad con las leyes, principios y objetivos de la Carta Magna y la ley de referencia (Ríos, 2019; Ley de Planeación, 1983).

El plan se desarrolla, como mencionan (Ahumada *et al*, 2011) a través de la formulación, instrumentación, control y evaluación en orden metodológico, que, dado su carácter permanente y continuo, pueden ejecutarse de manera simultánea. El PND consta de 5 etapas; diagnóstico e identificación de problemas públicos prioritarios; identificación de objetivos, planteamiento de estrategias y medios; análisis de indicadores y metas; consulta con actores relevantes y, redacción y presentación del documento en la Cámara de Diputados para su discusión y aprobación (Ríos, 2019; Ley de Planeación, 1983).

El PND también incluye ejes estratégicos que, para abordarlos, requiere de programas que la administración pública federal aplicará en el marco del desarrollo en el término de 6 años. Estos ejes y programas, detallan las acciones y metas concretas a alcanzar durante el período del plan (Ortiz, 2015).

Se puede comprender en un sentido dinámico, que el PND identifica los problemas públicos y los prioriza, las políticas públicas PP son las soluciones a esos problemas y los programas de gobierno son las acciones para solucionar cada problema específico. Estas acciones encuentran su fundamento jurídico en el artículo 22 de la Ley de Planeación y de acuerdo a ese mismo instrumento, son las Dependencias y Órganos del Estado en cada materia, los encargados de elaborar cada uno de los programas sectoriales e institucionales alineados con los objetivos del PND.

Uno de los programas que integra el PND es el Hídrico, considerado como el instrumento de política que define los objetivos y acciones para gestionar el recurso. Alineado con el plan y el programa sectorial de Medio Ambiente y Recurso Naturales, es considerado también como el documento rector de los programas hídricos en el país (Ley de aguas. Art. 3,1989).

Dirigida por las prioridades y demandas en cada etapa histórica de México, la política hídrica ha sido creada con el objeto de alcanzar el desarrollo socioeconómico del país. El plan sexenal, en 1934 fue el primer intento sistematizado de dirigir actividades burocráticas en la materia, su principal objetivo fue el sector hidroagrícola y la promoción de la actividad primaria. En 1965, se creó en términos sectoriales, el programa nacional de agua potable dirigido a localidades urbanas, sin embargo, fue en 1975 que nació el primer plan nacional hídrico, (incluso antes de la formulación del PND), plan que reflejó el proceso sistemático de planeación de recursos para la selección de proyectos, programas y recursos (Domínguez, 2021).

El enfoque de estos programas, llevó en la primera mitad del siglo XX a potenciar el sector agrícola, abastecer el uso público urbano y fortalecer el sector industrial, sin embargo, con la entrada del nuevo paradigma de la Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH) a partir de la segunda mitad del siglo XX hasta nuestros días, la preocupación por la contaminación del recurso y protección de fuentes de

abastecimiento superficiales y subterráneas así como el uso eficiente en todos sus usos consultivos, es ahora una prioridad (Nava, 2011).

Uno de los de los problemas centrales en México es el deterioro cuantitativo y cualitativo del agua, por ello el objetivo 4 del PNH 2020-2024, busca atender las aguas superficiales contaminadas por descargas de aguas residuales municipales e industriales sin tratamiento, detallando para tal efecto, las acciones prioritarias para reducir y controlar dicha conducta, la acción puntual, la dependencia responsable y la dependencia coordinadora (SEMARNAT,2020).

Al ser un instrumento de política pública, los programas deben ser monitoreados y evaluados en un periodo determinado a fin de conocer el logro de las metas establecidas y verificar en qué medida el problema público fue resuelto, este aspecto, en México, no ha sido atendido particularmente en materia hídrica, concediendo una perspectiva negativa de la política hídrica. Algunas evaluaciones, realizadas por la Auditoría Superior de la Federación ASM, en su mayoría, han concluido que el sector hídrico mantiene un diagnóstico negativo debido al estado crítico del agua en los últimos años (Controla tu Gobierno, A.C. y Zamudio, 2018).

En este sentido, la sola existencia de instrumentos de planeación como el PNH no garantiza su eficacia si no se acompañan de mecanismos colaborativos que permitan su implementación operativa. Como lo señalan Ríos-Patrón y Ortiz-Paniagua (2024), la consolidación de una Capacidad de Acción Conjunta entre diversos actores, tales como organismos gubernamentales, organizaciones de la sociedad civil, instituciones académicas y comunidades locales, resulta esencial para el logro de resultados concretos en la política hídrica.

## 2.11 Evaluación de la política ambiental e hídrica en México

La evaluación de la política ambiental ha tenido un progreso lento derivado de la rápida evolución de sus instrumentos (Bobadilla *et al*, 2013). En términos generales,

la política puede evaluarse por sus impactos y resultados, pero también a través de sus planes y programas que precisan los objetivos, medios, acciones y tiempo determinado (Oñate *et al*, 2002). Muchas veces, cuando se trata de esta última, se configura debido a que las acciones de los gobiernos no tienen coherencia y coordinación, obligando a las políticas ambientales a empezar de cero (Frers, 2008).

La importancia de la evaluación, en materia ambiental, apunta a un nuevo tipo de control político y democrático en el marco de la nueva gobernanza que se nutre por la transparencia, la rendición de cuentas, la eficiencia y eficacia y que resultan elementales para la existencia de las acciones gubernamentales (Merino, 2015).

La valuación en este rubro, pretende auxiliar el desarrollo sustentable y mejorar los esquemas de la política, sin embargo, este instrumento se centra en el desempeño del aparato burocrático debido a que ellos aplican la política y no en los agentes económicos, quienes con sus conductas determinan los impactos negativos (Cossío e Hinestroza, 2017). A partir de esta distinción es que la evaluación de la política ambiental debe utilizarse para saber si se suministra un incentivo o desincentivo fuerte para que los agentes encuentren formas de reducir sus impactos en el medio ambiente reflejado en la mejora del recurso natural que se trate (Hernández, 2010).

Existen dos enfoques que buscan esta noción de monitoreo, la evaluación de impacto ambiental (EIA) y la evaluación estratégica ambiental (EAE). La Evaluación de impacto ambiental, analiza puntualmente proyectos sin considerar variables ambientales/políticas y sin considerar a los involucrados en el proceso de definición, implementación y control del plan, programa y proyectos (PPP). Esta evaluación busca a través de un proceso, prevenir y minimizar los impactos adversos significativos de proyectos o actividades sobre el medio ambiente.

A partir de la visión de la EIA, surge la evaluación estratégica ambiental EAE con un campo más amplio, al incorporar aspectos ambientales en las PPP, llevando a la toma de decisiones más estratégicas y eficientes (Sosa y Vigo, 2020). Este nuevo

modelo de evaluación, representa el proceso sistemático que mide el impacto ambiental de la política, programas y planes con un ámbito de aplicación “macro” a diferencia de la evaluación del impacto ambiental, con enfoque “micro” (Massuela *et al*, 2019).

Debido a problemas en el estrecho alcance de la EIA a nivel de proyectos introducido a finales de los años 80’s, utilizada originalmente para describir la evaluación de PPP, la EAE, en la década posterior 90’s, desarrolló una herramienta para determinar impactos más amplios de planes y programas (Fischer y Seaton 2002; Scott-Brown, 2006). La EAE, en resumen, constata los impactos ambientales durante la formación y evaluación de las PPP, posicionado en ese tenor a la sustentabilidad ambiental en un proceso operativo (Ahumada *et al.*, 2011 y OECD, 2006).

En México, el sistema de evaluación ambiental comenzó en los años 90’s, teniendo avances significativos. En 2007, el gobierno federal puso en marcha un sistema de evaluación cuyo objetivo fue medir el cumplimiento de metas puntuales. Esta evaluación se basó en las normas oficiales mexicanas, ex ante, durante y ex post. Las últimas tomaron en cuenta si el instrumento cambió las conductas de los agentes y los comportamientos ambientales. Como muestra de dicho ejercicio de monitoreo se realizó una evaluación *ex post* de los instrumentos de regulación ambiental como parte de la estrategia del gobierno de la república, donde los resultados mostraron que el rendimiento de las normas oficiales fue “regular” en términos de calidad y eficiencia y, “pobre” en relación a efectividad.

El Cuadro 9 muestra la evaluación de los instrumentos de regulación ambiental, considerando el impacto, calidad de norma, efectividad y eficiencia. En él se puede apreciar que la NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece la concentración de contaminantes de las descargas de aguas residuales, tuvo una valoración de .75 de 4, catalogándola como “pobre” a comparación de demás instrumentos homólogos.



Cuadro 8. Evaluación de las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental.

| <b>Cu</b> | <b>Rubro</b>                                                                                                                            | <b>Norma Oficial Mexicana</b> | <b>Puntaje</b> |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------|
| 2008      | Concentración de contaminantes                                                                                                          | NOM-001-SEMARNAT-1996         | 0.75           |
| 2009      | Concentración de contaminantes de aguas residuales tratadas y reusadas en servicios al público                                          | NOM-003-SEMARNAT-1997         | 2.25           |
| 2008      | Uso, transporte y almacenamiento de tierra de monte                                                                                     | NOM-027-SEMARNAT-1996         | 1.5            |
| 2008      | Emisiones de contaminantes atmosféricos procedentes de la producción de cemento                                                         | NOM-040-SEMARNAT-2002         | 3.25           |
| 2008      | Emisión de gases por el escape de vehículos que usan gasolina                                                                           | NOM-041-SEMARNAT-2006         | 2.5            |
| 2009      | Emisión de gases por el escape de vehículos que usan diésel                                                                             | NOM-045-SEMARNAT-2006         | 0.75           |
| 2008      | Equipo de medición y metodología para verificación de los gases de escape                                                               | NOM-047-SEMARNAT-1999         | 2.5            |
| 2009      | Almacenamiento de residuos peligrosos                                                                                                   | NOM-055-SEMARNAT-2003         | 0.75           |
| 2009      | Mitigación de los efectos adversos sobre biodiversidad ocasionados por el cambio de uso de suelo de terrenos forestales a agropecuarios | NOM-062-SEMARNAT-1994         | 0              |
| <b>Cu</b> | <b>Rubro</b>                                                                                                                            | <b>Norma Oficial Mexicana</b> | <b>Puntaje</b> |
| 2009      | Disposición de los residuos sólidos municipales                                                                                         | NOM-083-SEMARNAT-2003         | 1.5            |
| 2009      | Incineración de residuos                                                                                                                | NOM-098-SEMARNAT-2002         | 3.25           |
| 2009      | Perforación petrolera                                                                                                                   | NOM-115-SEMARNAT-2003         | 3.5            |
| 2009      | Minería en clima seco y templado                                                                                                        | NOM-120-SEMARNAT-1997         | 0              |
| 2008      | Uso de equipos y materiales que contengan policlorobifenilos                                                                            | NOM-133-SEMARNAT-2000         | 1.25           |
| 2008      | Emisiones de azufre en las plantas de desulfuración                                                                                     | NOM-037-SEMARNAT-2003         | 3.25           |
| 2008      | Tomas de agua y presas relacionadas                                                                                                     | NOM-141-SEMARNAT-2003         | 2.5            |

Fuente: Elaboración propia a partir de (SEMARNAT, 2019 citado en (OCDE, 2014).

Otras muestras de evaluación al sector hídrico en México, son las realizadas por la Auditoría Superior de la Federación (ASM). Tanto la evaluación de la política hídrica reciente como las de desempeño<sup>6</sup>, ejecutadas en los últimos años por este órgano, concluyen que el objetivo del programa no ha sido logrado de forma óptima, rescatando que existen muchas deficiencias que pueden mejorarse para alcanzar las metas encomendadas a la Comisión Nacional del Agua. El cuadro 10, expone las evaluaciones de referencia.

<sup>6</sup> La auditoría de desempeño evalúa si las políticas públicas cumplen con los principios de eficacia, eficiencia y economía, proporcionando una visión sobre cómo el gobierno administra recursos para optimizar su uso, minimizar gastos y alcanzar resultados esperados. Permite analizar el impacto social y económico de estas acciones, identificar fortalezas, debilidades y áreas de mejora, y determinar las razones de su éxito o fracaso para beneficiar a la sociedad (ASF, S/F).

Cuadro 9. Evaluaciones de la Auditoría Superior de la Federación (ASF) al sector hídrico.

| Tipo de Auditoría                                                                        | Identificador/No.                | Fuente       |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------|
| Evaluación de la Política Hídrica Nacional                                               | 1371-DS                          | (ASF, 2019)  |
| Auditoría de Desempeño: Conducción de las Políticas Hídricas                             | 2019-5-16B00-07-0199-2020 199DS  | (ASF, 2020)  |
| Auditoría de Desempeño: Gestión Integral y Sustentable del agua                          | 2019-5-16B00-07-0204-2020 204 DS | (ASF, 2019b) |
| Auditoría de Desempeño: Gestión Integral y Sustentable del agua: Administración del Agua | 16-5-16-B00-07-0410 410DE        | (ASF, 2016)  |
| Auditoría de Desempeño: Preservación del agua con Calidad                                | 14-0-16B00-07-0127 DE-136        | (ASF, 2014)  |

Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes citadas.

Es necesario puntualizar que, a pesar de que dichas evaluaciones buscan reorientar y mejora la política hídrica y mejorar la dinámica burocrática de la CONAGUA en el logro de las metas contenidas en el PND y objetivos en el PNH con base en la eficiencia presupuestaria y social, el órgano fiscalizador olvida en sentido estricto del componente ambiental y sustentable.

Con base en lo anterior, calcular en qué medida fue eficiente presupuestariamente la autoridad del agua, sin tomar en cuenta el beneficio o perjuicio hídrico obtenido, desarticula en esencia el objeto de la etapa de la evaluación de las políticas ambientales, por ello, agregar el factor ambiental y otros adicionales, resulta determinante para la mejora burocrática, pero sobre todo para el beneficio social desde el enfoque real de la sustentabilidad.

El caso del Estado de Michoacán, con afectaciones graves por descargas de aguas residuales, requiere de una evaluación que permita dimensionar cuál es la eficiencia de las unidades administrativas al implementar las sanciones por dicha conducta y ejercer, en función a eso, medidas o cambios regulatorios que verdaderamente disuaden esta actividad.

## **Apartado II. Sanciones Ambientales en América Latina y E.U.A: Un análisis comparativo**

En el ámbito de la política pública, el análisis comparativo se ha consolidado como una herramienta esencial para evaluar la efectividad de distintas estrategias regulatorias y proponer mejoras con base en experiencias exitosas. En el caso de la gestión del agua, comparar los sistemas sancionatorios de diferentes países permite identificar fortalezas y debilidades en la aplicación de medidas dirigidas a controlar las descargas de aguas residuales. Esta perspectiva es especialmente útil en América Latina, donde los desafíos ambientales, sociales y económicos suelen compartir características comunes, lo que hace posible extraer lecciones aplicables a nivel regional.

Uno de los aspectos clave en este análisis es la manera en que los países estructuran sus sanciones y mecanismos de fiscalización para garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental. Mientras algunas legislaciones han desarrollado sistemas con criterios claros y medidas de disuasión efectivas, en otros casos, la implementación enfrenta obstáculos como la falta de recursos, la discrecionalidad en la aplicación de multas o la ausencia de mecanismos de supervisión adecuados. Estas diferencias abren la puerta a reflexionar sobre qué factores han permitido que ciertos modelos sean más exitosos que otros y cómo pueden adaptarse a realidades distintas.

Dado que la efectividad de las sanciones no solo depende de su diseño normativo, sino también de la capacidad institucional y judicial para hacerlas cumplir, resulta igualmente relevante evaluar los niveles de justicia en los países analizados. El acceso a la justicia, la independencia de las autoridades sancionadoras y la existencia de procedimientos claros para la resolución de controversias son elementos que inciden directamente en el cumplimiento de la legislación ambiental. Un marco sancionatorio robusto, con un sistema judicial ineficiente, difícilmente logrará los efectos esperados en la reducción de la contaminación hídrica.

En este contexto, Estados Unidos ha sido incluido en el análisis como un referente clave, dado que su modelo regulatorio ha logrado consolidar mecanismos de supervisión y sanción con altos niveles de cumplimiento. Su experiencia ofrece un contraste valioso con la realidad latinoamericana y permite explorar qué elementos pueden ser replicados o adaptados a países con estructuras institucionales diferentes.

A lo largo de este apartado, se examinarán los marcos normativos y sancionatorios de diversos países de América Latina, así como los niveles de justicia que inciden en su aplicación. Este enfoque permitirá contextualizar el impacto real de las sanciones ambientales, identificar áreas de mejora y aportar insumos para el fortalecimiento del marco jurídico mexicano en la gestión de descargas de aguas residuales.

## 2.12 Ley de aguas de Venezuela

En Venezuela, el control de las aguas residuales se ejerce mediante un marco normativo establecido en la Ley de Aguas y donde la Autoridad Nacional del Agua es la encargada de imponer sanciones en función del daño causado. Esta legislación, en su artículo 108, especifica qué, en casos de reincidencia, las multas se incrementarán en un 50% del monto originalmente aplicado y, además, se procederá a la suspensión de la actividad que origine la infracción.

La Ley establece, por descargar de aguas residuales sin licencia, multas que oscilan entre 50 y 5,000 Unidades Tributarias (U.T.) así como para quienes incumplan las condiciones del vertido autorizado. Cuando se trata de contaminación de acuíferos o fuentes superficiales, las sanciones pueden ser duplicadas (artículos 112 y 113).

En esta legislación, se obliga a notificar a la Autoridad Nacional del Agua sobre cualquier vertido a realizar, advirtiéndole que, la omisión de esto, puede ser sancionada con multas de entre 25 y 2,500 U.T. (Ley de Aguas, 2007). Es

importante destacar que la política pública ambiental en Venezuela, se enfoca principalmente en el control del padrón de permisos y la imposición de sanciones económicas, lo cual otorga al servidor público una amplia discrecionalidad, generando incertidumbre sobre la efectividad del modelo para reducir conductas infractoras, especialmente cuando no aborda de manera directa las descargas ilegales.

## 2.13 Ley general de aguas nacionales de Nicaragua

En Nicaragua, la regulación de las descargas de aguas residuales está regida por la Ley General de Aguas Nacionales, que asigna a la Autoridad Nacional del Agua la responsabilidad de supervisar su cumplimiento. Este marco normativo establece un sistema de gestión basado en licencias de descarga, un modelo de infracciones y un sistema fiscal destinado a controlar la contaminación de los cuerpos de agua nacionales.

Entre las infracciones graves se incluye la contaminación del suelo y subsuelo, sancionada con multas que oscilan entre los \$27.00 y \$54.00 dólares, además de la posible clausura temporal o definitiva de las instalaciones o la revocación del permiso correspondiente (Art. 124). Estas sanciones se determinan considerando la gravedad de la infracción, la intencionalidad del acto y la reincidencia del infractor (Art. 126) (Ley General de Aguas Nacionales, 2007).

Un aspecto destacado de esta legislación es el destino de los recursos recaudados por sanciones, que se canalizan hacia el Fondo Nacional del Agua. Este fondo tiene como propósito financiar programas y actividades vinculadas a la Política Nacional de los Recursos Hídricos, incluyendo planes hidrológicos por cuencas y proyectos de restauración ambiental (Art. 91) (Ley General de Aguas Nacionales, 2007).

Aunque Nicaragua es conocida por su abundancia en recursos hídricos, debido a su geografía de lagos y volcanes, su creciente densidad poblacional plantea

desafíos significativos para la gestión sostenible del agua (Castillo, *et al.*, 2006). En este contexto, la política ambiental nicaragüense parece orientarse más hacia el seguimiento administrativo que hacia una estricta aplicación regulatoria que garantice la preservación efectiva de sus recursos hídricos.

## 2.14 Ley de recursos hídricos de Paraguay

En Paraguay, la regulación de las descargas de aguas residuales está contenida en la Ley No. 3239 de los Recursos Hídricos, promulgada en 2007. Este instrumento jurídico comparte similitudes con otras legislaciones de la región, pero incorpora particularidades específicas en su capítulo XII, dedicado a infracciones y sanciones. Según el numeral 51, la entidad responsable de aplicar la normativa es la Autoridad de los Recursos Hídricos y la Secretaría del Ambiente, quien pueden imponer sanciones que van desde apercibimientos hasta la suspensión o revocación de permisos y concesiones, además de multas económicas que alcanzan hasta cuarenta mil jornales mínimos (Art. 51.3) (Ley No. 3239, 2007).

De acuerdo con estimaciones normativas, la sanción económica promedio por vertidos de aguas residuales a cuerpos de agua o al subsuelo se traduce en aproximadamente \$113.3 pesos mexicanos. Este valor refleja, en términos relativos, una baja repercusión económica para los infractores, lo que podría limitar su efectividad como herramienta disuasiva. Sin embargo, no debe pasarse por alto la influencia de factores no económicos, como las características espaciales y culturales del país, que podrían tener un impacto significativo en el cumplimiento de estas regulaciones.

## 2.15 Perú y la Ley No. 17752

En Perú, el control y regulación de los vertidos de aguas residuales se lleva a cabo mediante la Ley No. 17752 o Ley General de Aguas, administrada por la Autoridad Nacional del Agua. Este instrumento jurídico establece que las infracciones

relacionadas con el vertido ilegal de aguas residuales incluyen contaminar cuerpos de agua incumpliendo parámetros de calidad, realizar vertimientos sin autorización, arrojar residuos sólidos a aguas naturales o artificiales, y contaminar aguas subterráneas mediante infiltración de sustancias (Ley No. 29338, 2009).

La calificación de estas infracciones se basa en criterios como la gravedad de los daños, los beneficios económicos obtenidos por el infractor, las circunstancias en que se cometió la infracción, los impactos ambientales negativos, la reincidencia y los costos asumidos por el Estado para mitigar los daños (Art. 121). Según el ordenamiento, las sanciones pueden incluir trabajo comunitario en la cuenca afectada o multas que oscilan entre 0.5 y 10,000 Unidades Impositivas Tributarias (UIT) (Art. 122) (Ley No. 29338, 2009).

El rango de multas por vertidos ilegales abarca desde 2,300 soles peruanos hasta 46 millones de soles, equivalentes a 11.63 pesos y 232,681,595 pesos mexicanos, respectivamente. Estas cifras ventilan un sistema sancionatorio que, aunque diverso e innovador al incluir variables como los beneficios económicos del infractor y los costos estatales, mantiene el esquema tradicional de multas mínimas y máximas basados en la discrecionalidad del servidor público.

A pesar de su complejidad, las sanciones en Perú suelen ser insuficientes frente a los posibles daños ambientales y económicos generados por los vertidos ilegales. Esta disparidad subraya la necesidad de reformar y fortalecer el marco normativo para garantizar una protección más efectiva de los recursos hídricos nacionales.

## 2.16 El Decreto No. 181-2009 de Honduras

El control de los vertidos en Honduras está regulado por el Decreto No. 181-2009, conocido como Ley General de Agua. Este instrumento legal designa a la Autoridad Nacional del Agua como la entidad encargada de supervisar su cumplimiento (Art. 10). De acuerdo con el artículo 96, se consideran infracciones administrativas

aquellas actividades que afecten la calidad y cantidad de las aguas superficiales y subterráneas sin contar con la autorización correspondiente (Ley General de Agua, 2009).

Las infracciones son clasificadas como leves, graves o muy graves, y su calificación depende de factores como los daños ocasionados, riesgos o afectaciones a la salud pública, impactos en áreas protegidas, antecedentes del infractor, beneficios económicos obtenidos y los costos asumidos por el Estado para atender los daños generados (Art. 98). Las sanciones económicas van desde 10 salarios mínimos mensuales para infracciones leves, 20 para graves y hasta 40 para muy graves (Ley General de Agua, 2009).

El Acuerdo Ejecutivo No. STSS 308-2022 establece que el salario mínimo mensual varía según el tamaño de la empresa y las actividades económicas. En el caso de una industria manufacturera de tamaño medio (11-50 empleados), el salario mínimo mensual es de 10,586.64 lempiras, lo que equivale a multas de \$862.403 pesos mexicanos para infracciones leves, \$1,724.814 para graves y \$3,450.78 para muy graves.

Aunque el sistema de clasificación en Honduras incluye variables relevantes como los beneficios económicos obtenidos por el infractor y los costos asumidos por el Estado, las multas siguen siendo relativamente bajas. Esto demuestra una falta de tecnicismo legal y administrativo que podría permitir la continuidad de conductas infractoras, especialmente en ausencia de un modelo de evaluación que garantice la efectividad del sistema sancionatorio.

En términos administrativos, la Ley General de Agua de Honduras se asemeja considerablemente a la legislación peruana y a otros instrumentos regionales. Sin embargo, pese a la existencia de mecanismos complementarios de carácter civil y penal, el bajo rango sancionatorio limita su capacidad disuasoria y plantea la necesidad de revisar y fortalecer su marco normativo.



## 2.17 Argentina y la Ley de gestión ambiental del agua

El control de las descargas de aguas residuales en Argentina, está regulado por la Ley No. 3295, conocida como Ley de gestión ambiental del agua. Este instrumento establece sanciones para quienes viertan líquidos residuales sin el permiso correspondiente. Las multas oscilan entre 1,000 y 50,000 unidades fijas, con la posibilidad de clausura o inhabilitación del establecimiento infractor (Art. 44). En el caso de establecimientos industriales o comerciales, las sanciones pueden alcanzar hasta 100,000 unidades fijas, junto con medidas adicionales como clausuras de 15 a 180 días en caso de reincidencia (Art. 365) (Infracciones BA, 2022)

Además de las multas, el marco normativo contempla el decomiso de elementos contaminantes y el cierre de los desagües comprometidos. En términos económicos, estas sanciones equivalen en pesos mexicanos a una multa mínima de \$23,174 y una máxima de \$2,316,707.39 para infracciones estándar. En el caso de infracciones graves relacionadas con establecimientos industriales o comerciales, las multas oscilan entre \$258,450 y \$3,475,061.08 (Infracciones BA, 2022).

Una característica distintiva de esta ley, en comparación con otros países de América Latina, es su enfoque exclusivo en sancionar a quienes no cuentan con permisos de descarga, dejando fuera del ámbito sancionador a quienes sí poseen dichos permisos, incluso si incumplen los parámetros establecidos.

Este enfoque puede generar una carga administrativa significativa y gastos operativos innecesarios al depender de la detección en flagrancia de descargas ilegales. Además, asume que todas las descargas autorizadas se realizan en conformidad con la normativa, lo cual podría no ser el caso en la práctica. Este modelo resalta la necesidad de implementar mecanismos de monitoreo más robustos para garantizar el cumplimiento efectivo de las normas ambientales.

## 2.18 Ley orgánica de recursos hídricos de Ecuador

La estructura en Ecuador, en materia del control de las descargas de aguas residuales se rige por la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, bajo la supervisión de la Autoridad Única del Agua. Esta normativa clasifica las conductas relacionadas con vertimientos de aguas residuales en leves, graves y muy graves, estableciendo sanciones proporcionales a la gravedad de la infracción (Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014).

Para las infracciones graves, como los vertimientos ilegales, se contemplan multas que oscilan entre 51 y 150 salarios básicos unificados del trabajador en general, equivalentes a un rango mínimo de \$408,922.8 y un máximo de \$1,202,684.46 pesos mexicanos. A pesar de las cuantías establecidas, el marco jurídico no define parámetros específicos o variables que guíen la determinación de las multas dentro de este rango, dejando un amplio margen de discrecionalidad a la autoridad sancionadora (Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014).

Esta falta de criterios claros para la imposición de sanciones puede generar inconsistencias en la aplicación de la normativa, lo que revela la necesidad de desarrollar un modelo más estructurado que garantice mayor predictibilidad y eficacia en la gestión de los recursos hídricos y el control de la contaminación.

## 2.19 Estados Unidos de América y la "Clean Water Act"

En Estados Unidos, la regulación de las descargas de aguas residuales se encuentra en la ley "*Clean Water Act*" (CWA), una normativa basada en la protección de las aguas superficiales del país. Administrada por la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés), esta legislación prohíbe la descarga de contaminantes en cuerpos de agua navegables sin un permiso emitido

por el Sistema Nacional de Eliminación de Descargas de Contaminantes (NPDES), el cual regula las descargas puntuales y establece estándares de calidad del agua (*United States Environmental Protection Agency, s.f.*),

Las infracciones a la CWA se clasifican en civiles y penales, siendo las primeras aplicables a casos de desconocimiento de la normativa, mientras que las segundas están destinadas a sancionar actos intencionados. Las sanciones civiles pueden variar entre \$1,000 y \$125,000 dólares, dependiendo de factores como la gravedad de la infracción, los beneficios económicos obtenidos por el infractor, los antecedentes del mismo y los costos incurridos por el Estado para mitigar los daños (*Federal Water Pollution Control Act, 2002*).

El marco normativo estadounidense destaca por su enfoque en el cumplimiento regulatorio, respaldado por un robusto sistema de monitoreo e inspección que asegura un alto nivel de observancia de la ley. A pesar de que el modelo sancionatorio presenta rangos similares a los de otros países en términos de multas mínimas y máximas, el nivel de justicia y eficiencia del sistema permite una mayor disuasión de conductas infractoras, contribuyendo significativamente a la protección de los recursos hídricos nacionales. Este enfoque podría servir como referencia para países en vías de desarrollo que buscan fortalecer sus sistemas de sanciones y mejorar la gestión ambiental.

## 2.20 Niveles de justicia, una aproximación del poder sancionador ambiental

El análisis comparativo entre los instrumentos regulatorios internacionales y la situación en México pone de relieve importantes diferencias en la implementación y efectividad de las políticas públicas en materia de descargas de aguas residuales. Si bien, los instrumentos legales en los países analizados presentan elementos comunes, como el establecimiento de sanciones económicas y la búsqueda de protección ambiental, su aplicación muestra variaciones significativas en cuanto a severidad y alcance (Guevara, 2005).

Este panorama demanda ajustes jurídicos y presupuestales que fortalezcan la fiscalización y vigilancia de los vertidos para garantizar el equilibrio hídrico, como lo han señalado diversos estudios (CEPAL, 2015; Pedrozo, 2021; Pedrozo 2020; Peña y Solanes, 2022). En este contexto, es esencial que las políticas públicas no se limiten a ser un discurso simbólico, sino que tengan una verdadera intención de impacto ambiental, como advierte Godau (1999).

Sin embargo, los instrumentos de sanción revisados a menudo muestran un aumento en la discrecionalidad de las decisiones, lo que puede dificultar la construcción de soluciones efectivas (Marín, 2016). Una evaluación profunda de estos instrumentos es crucial para reformar su estructura y mejorar su efectividad en la protección de los cuerpos de agua afectados por descargas residuales.

Aunque no se dispone de un análisis cuantitativo exhaustivo sobre la eficiencia de estos instrumentos, los niveles de justicia percibidos en América Latina proporcionan una aproximación útil. Estas métricas reflejan la capacidad de aplicación y cumplimiento de las normas legales en cada país, lo que permite evaluar la justicia ambiental en términos más concretos. El nivel de justicia, entendido como un indicador clave del Estado de Derecho, abarca el cumplimiento normativo tanto por parte del Estado como de los ciudadanos, estableciendo límites al poder y garantizando el acceso a la justicia (Uprimny, 2014; García, 2015; Ahrens, 2012).

Los datos del World Justice Project de 2020 ofrecen una visión detallada de los niveles de justicia en los países analizados, considerando indicadores como el cumplimiento regulatorio, justicia civil y penal, y otros factores clave como la ausencia de corrupción y el gobierno abierto. Estos datos permiten identificar áreas de mejora en las políticas públicas ambientales, particularmente en la gestión y sanción de descargas de aguas residuales, contribuyendo a diseñar estrategias más efectivas y sostenibles. El Cuadro 7, expone lo referido.

Cuadro 10. Índice de justicia en países de América Latina

| Índice del Estado de Derecho 2020 |                          |                |                |                 |                  |                |
|-----------------------------------|--------------------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|----------------|
| País                              | Cumplimiento Regulatorio | Justicia Civil | Justicia Penal | Puntaje General | Ranking Regional | Ranking Global |
| Argentina                         | 0.53                     | 0.59           | 0.44           | 0.58            | 12/30            | 48/128         |
| Ecuador                           | 0.49                     | 0.49           | 0.36           | 0.49            | 22/30            | 86/128         |
| Estados Unidos                    | 0.71                     | 0.62           | 0.63           | 0.72            | 15/24            | 21/128         |
| Honduras                          | 0.39                     | 0.41           | 0.26           | 0.40            | 27/30            | 116/128        |
| México                            | 0.45                     | 0.39           | 0.3            | 0.44            | 26/30            | 104/128        |
| Perú                              | 0.49                     | 0.45           | 0.33           | 0.50            | 20/30            | 80/128         |
| Nicaragua                         | 0.43                     | 0.38           | 0.29           | 0.39            | 28/30            | 118/128        |
| Venezuela                         | 0.2                      | 0.27           | 0.13           | 0.27            | 30/30            | 128/128        |

Elaboración propia a partir de (*World Justice Project*, 2020)

Basado en los datos presentados en el Cuadro 7, se puede inferir que los niveles de justicia en cada país ofrecen una aproximación útil para evaluar indirectamente la eficiencia de los instrumentos sancionatorios frente a la contaminación hídrica, incluso en ausencia de estudios específicos sobre este tema.

Este indicador permite sensibilizar, como sostiene (Bowen, 2002) y (Adshead, 2013) sobre la capacidad de inspección y el cumplimiento normativo en cada Estado, proporcionando una visión más precisa de la justicia ambiental y destacando la necesidad e importancia de incorporar estos parámetros en el diseño y fortalecimiento de políticas públicas para la protección y restauración de los recursos hídricos.

La contaminación por descargas de aguas residuales es un problema común en América Latina, pero la respuesta regulatoria de cada país varía considerablemente, mientras unos han implementado marcos normativos con sanciones severas y mecanismos de fiscalización más sólidos, otros mantienen esquemas sancionatorios débiles, con multas insuficientes y dificultades estructurales para garantizar su cumplimiento.

Estados Unidos, por ejemplo, se distingue por su enfoque riguroso, combinando sanciones proporcionales con una supervisión constante y un sistema judicial eficiente. Ecuador y Argentina, en cambio, han desarrollado normativas con sanciones más elevadas, pero su aplicación se ve afectada por la discrecionalidad y la falta de criterios uniformes. En contraste, países como Nicaragua, Paraguay y Honduras presentan regulaciones menos estrictas y multas cuyo impacto disuasivo es limitado, lo que debilita su capacidad para frenar la conducta contaminadora.

Sin embargo, más allá del diseño normativo, la eficiencia de cualquier sistema sancionatorio depende en gran medida de la solidez institucional y del nivel de justicia en cada país. Aspectos como la corrupción, la falta de transparencia y la ineficiencia en los procesos judiciales pueden convertir el marco regulatorio más estricto en una herramienta inoperante.

El análisis comparativo de estos sistemas pone en evidencia dos aspectos clave: por un lado, la estrecha relación entre la justicia ambiental y la efectividad del régimen sancionatorio, y por otro, la necesidad de que las multas sean respaldadas por mecanismos eficaces de aplicación y supervisión. Sin una estructura institucional sólida que garantice su cumplimiento, las sanciones pierden su función disuasoria y se limitan a ser medidas simbólicas sin impacto real en la protección de los recursos hídricos.

Para México, estas experiencias internacionales ofrecen valiosas lecciones, aunque el país cuenta con un marco normativo amplio en materia hídrica, su verdadera

efectividad radica en la correcta implementación y aplicación de las sanciones. La supervisión adecuada, la proporcionalidad de las multas y la eficiencia del sistema judicial son factores clave que pueden fortalecer el cumplimiento de la regulación y contribuir a la protección del recurso hídrico.

Esta reflexión nos lleva de manera natural al siguiente punto de análisis: la regulación de las descargas de aguas residuales en México. Comprender la estructura y funcionamiento del marco normativo nacional, sus mecanismos de supervisión y su efectividad en la imposición de sanciones resulta esencial para evaluar su impacto y proponer mejoras alineadas con las mejores prácticas internacionales.

## **Apartado III. Las Descargas de Aguas Residuales y su Regulación en México**

Con la intención de abarcar y comprender integralmente las descargas de aguas residuales, es necesario abordar los usos consuntivos del agua en México y sus implicaciones, así como las estadísticas que permiten sensibilizar sobre el estado actual del recurso hídrico para posteriormente estudiar el tópico central -las aguas residuales- y sus componentes basados en los índices de calidad del agua y, finalmente, analizar el contenido regulatorio, cimentado desde lo constitucional a leyes secundarias, pasando por criterios jurisprudenciales, sin dejar de conocer y estudiar las facultades de la autoridad competente para vigilar el debido cumplimiento de la legislación hídrica vigente.

### **2.21 Los usos consuntivos agua y sus implicaciones en la contaminación**

El crecimiento poblacional, en aras del desarrollo, ha generado mayor demanda de productos y servicios que, producen a su vez, un mayor nivel de contaminación que degradan el entorno natural, por ello, es innegable concluir que el agua ha desempeñado un papel central para el desarrollo de diversas civilizaciones, debido a que la sociedad se ha beneficiado ampliamente de los servicios ambientales del agua proveniente de acuíferos, ríos, lagos o costas, por lo que se ha ejercido una influencia directa o indirecta sobre ellos y su vida acuática (Martínez *et al*, 2019; Brown, 2003).

El sistema y crecimiento económico, de ese modo, tienen un efecto negativo sobre la calidad del medio ambiente, sin embargo, este efecto, algunas veces es valorado por países desarrollados que tienden a proteger la naturaleza en la medida que su ingreso incrementa (Field y Field, 2003; Wallerstein, 1998). Se sostiene lo anterior, debido a que las pautas económicas de las actividades productivas han magnificado los efectos adversos de desigual distribución de los recursos acuáticos en el mundo



(Perry *et al.* 1997, 1999), llevando al recurso hídrico, con la intervención negativa del hombre a que pueda transformarse incluso a un recurso no renovable (Ramakrishna, 1997).

Esto tiene que ver, como ya se explicó, con el desarrollo urbano-industrial que provocan a la postre, el aumento de la demanda del líquido y en esa misma medida de la contaminación, trayendo consigo, derivado de la gran cantidad de aguas residuales procesos de tratamiento costosos y difíciles de recuperar los cuerpos de agua contaminados, de modo que resulta más fácil e irresponsable a la vez, verter aguas residuales sin tratamiento en los cauces de los ríos, que son utilizados como drenajes urbanos e industriales (Durán y Torres, 2006).

En la lógica geométrica de crecimiento poblacional, es dable pensar que existen entonces mayores niveles de residuos y contaminantes en los diferentes espacios naturales, sin embargo, esta problemática, aunque no es nueva, ha sido materia de diversas regulaciones y políticas públicas que se interesan en disminuir los niveles a fin de mantener un medio ambiente sano y evitar, además, ser una consecuencia indeseable, como puede ser la salud pública (Giraldo, 1993).

Desafortunadamente, los diferentes actores siguen satisfaciendo sus necesidades sin tomar en cuenta el impacto sobre los demás, es por ello que las actividades productivas al generar desechos diversos, son las fuentes principales de contaminación de los diferentes cuerpos de agua; además, la descarga directa a cuerpos de agua generada en estas actividades, limita el uso del recurso para los diferentes usos productivos como el riego, la pesca y la agricultura y, el más importante, el consumo de agua potable (De la Peña *et al.*, 2013). Este mismo criterio lo comparte (Espinosa *et al.*, 2010), al sostener que la contaminación o modificación de la calidad del agua aminora el volumen disponible para uso y consumo humano, así como para el funcionamiento de diversos ecosistemas.

A pesar de ello, en el marco referido, existe un incremento de la voluntad política para la canalización de recursos y mejora de instrumentos regulatorios que puedan disminuir esta problemática, que incluye, tanto el abastecimiento de agua como el control de la calidad de los recursos hídricos que impacta directamente en la sociedad. (Arroyo *et al.*, 2015). Esto implica, un control del uso, aprovechamiento y/o explotación del agua en las diferentes actividades por la autoridad del agua que permite, por un lado, controlar la disponibilidad del recurso y por otro, conocer en la medida de lo posible, las aguas residuales descargadas al tenor de los instrumentos de política pública o de gestión ambiental, como es el caso de las concesiones y permisos de descarga.

A estas actividades, por el manejo del agua que se le aplica, se le agrupó en la doctrina como el uso consuntivo del agua, que implican un consumo y que, una vez usada, no se devuelve al medio donde se ha captado de forma en que se obtuvo. Es decir, resulta de la diferencia entre el volumen suministrado y el volumen descargado o, en otras palabras, como el uso en que el agua se integra o se pierde durante el proceso de consumo (CONAGUA, 2010; Witker, 2013).

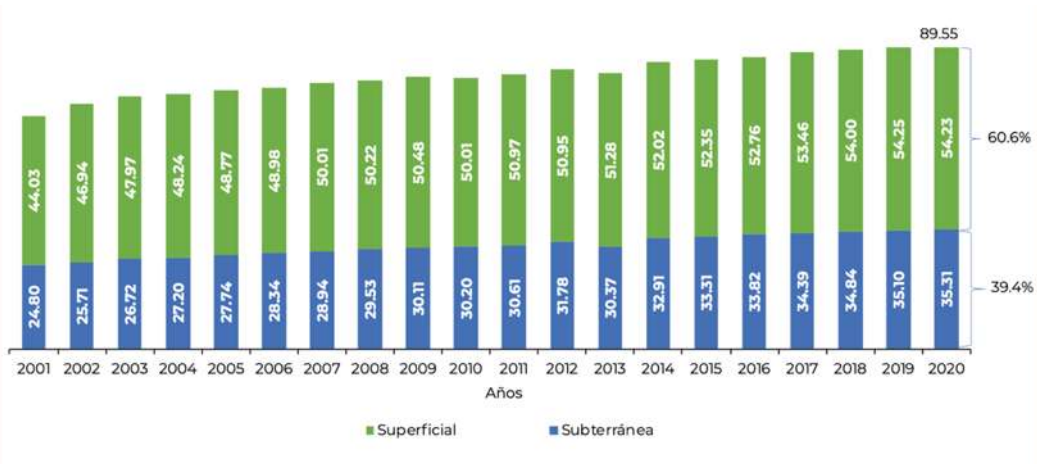
La Ley de aguas nacionales en su fracción LV, del artículo 3°, conceptualiza lo siguiente:

"Uso Consuntivo": El volumen de agua de una calidad determinada que se consume al llevar a cabo una actividad específica, el cual se determina como la diferencia del volumen de una calidad determinada que se extrae, menos el volumen de una calidad también determinada que se descarga, y que se señalan en el título respectivo;" (Ley de aguas nacionales, 1992:8)

El consumo para el uso consuntivo por fuentes de abastecimiento ha sido creciente en los últimos 19 años, de acuerdo con Estadísticas del Agua en México, el 60.6% de agua concesionada se obtiene de aguas superficiales mientras que el 39.4% de

aguas subterráneas (CONAGUA, 2022). Puede observarse en el Gráfico 7 dicho comportamiento.

Gráfico 7. Volumen concesionado por fuente de abastecimiento (miles de hm<sup>3</sup>).



Fuente: (CONAGUA, 2022:70)

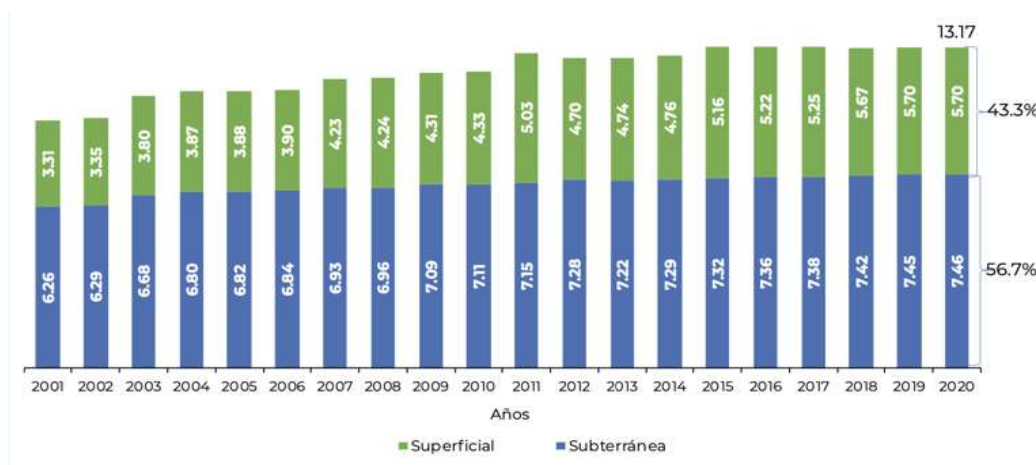
Las fuentes de abastecimiento en México, como base para las diferentes actividades, suponen una explotación más aguda del recurso, por lo que, en las evidentes correlaciones, las descargas después de su aprovechamiento, podría ser en la misma medida. Estos gráficos, con el ánimo de dar una noción más amplia del volumen que se concede en el país, al mismo tiempo son un indicador del uso desmedido del recurso en las diferentes actividades, que se ve traducido en la disponibilidad de agua, así como una fotografía del escenario ambiental en términos de contaminación. A fin de ser más puntual con los diferentes usos, es necesario dar una breve semblanza de lo que consta cada uno de ellos y su situación actual.

### 2.21.1 Uso público urbano

De acuerdo con Estadísticas del Agua en México, este uso es entregado a través de redes de agua potable, tanto a usuarios domésticos como a industrias y servicios conectados a dichas redes. Según CONAGUA, la fuente de agua predominante es

la subterránea, con el 56.7% del volumen concesionado; el agua superficial se encuentra en un 43.3 % (2022). El Gráfico 8, muestra el comportamiento del consumo por fuente de abastecimiento para el uso público urbano.

Gráfico 8. Volumen concesionado por fuente de abastecimiento para uso público urbano 2001-2020. (miles de hm<sup>3</sup>).



Fuente: (CONAGUA, 2022:80)

El principio de este uso de agua, es dar en cantidad y calidad suficiente el recurso para el consumo humano para su desarrollo. La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos contempla, en su artículo 4, párrafo sexto, el derecho humano al agua de forma suficiente, salubre, aceptable y asequible, sin embargo, ese mismo instrumento jurídico rector, establece que el Estado, a través de las entidades federativas y los municipios, serán los encargados de garantizar este derecho, de forma equitativa y sustentable (Art. 115) (Pérez *et al.*, 2019).

Al estar enmarcado en la Constitución, el uso, tanto doméstico como público urbano, siempre serán preferentes sobre cualquier otro. Bajo ese principio que la misma Ley de aguas establece, es que conceptualiza en su fracción LX del artículo 3° lo siguiente: "Uso Público Urbano": La aplicación de agua nacional para centros de

población y asentamientos humanos, a través de la red municipal” (Ley de aguas nacionales, 1992:8)

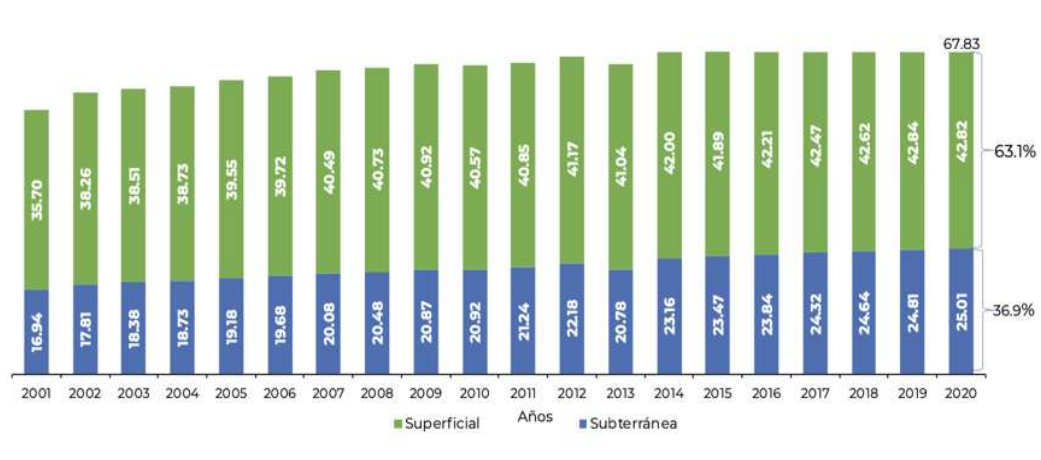
Considerado como el de mayor importancia, este uso tiene un impacto en las fuentes de abastecimiento, ya que en la medida que crezca la densidad demográfica, la necesidad por el recurso vital es incuestionable.

#### 2.21.2 Uso agrícola

La actividad agrícola tiene un impacto mayúsculo en el resto del mundo y México, no solo por ser el productor de alimentos, también por el consumo de agua que realiza y quien más desperdicio genera. Según la Ley de aguas nacionales, este uso debe entenderse como la aplicación de agua nacional para el riego destinado a la producción agrícola y la preparación de esta para la primera enajenación, siempre que los productos no hayan sido objeto de transformación industrial (Ley de aguas nacionales, 1992).

Según la autoridad del agua federal en México, CONAGUA, el uso agrícola es el que mayor consumo tiene del grupo consuntivo, con un total de 67 826.9 hm<sup>3</sup> al año, que representa el 75.7% del volumen total concesionado en todo el país, del cual el 36.9% proviene de fuentes de abastecimiento subterráneas y el 63.1% restante, proviene de fuentes de abastecimiento superficiales (2022). El Gráfico 9, muestra en miles de hm<sup>3</sup>, el comportamiento del consumo de las dos fuentes de abastecimiento a lo largo de 19 años 2009-2018.

Gráfico 9. Comportamiento del volumen concesionado para el uso agrícola 2001-2020 (miles de hm<sup>3</sup>).



Fuente: (CONAGUA, 2022:80)

La trascendencia en la vida económica del país por el sector agrícola es incuestionable, pues contribuyó para el año 2018 en un 3.5% del Producto Interno Bruto (PIB) (CONAGUA, 2019b), empero, es innegable también algunos puntos álgidos, necesarios de atención pública y privada, como es el caso de la tecnificación del riego, la eficiencia del uso del agua, sin dejar pasar la sobretitulación de concesiones que lleva a una condición de sobreexplotación de los mantos acuíferos, que se resumen, en México, en 157 de los 657 al año 2019 (INEGI, 2019).

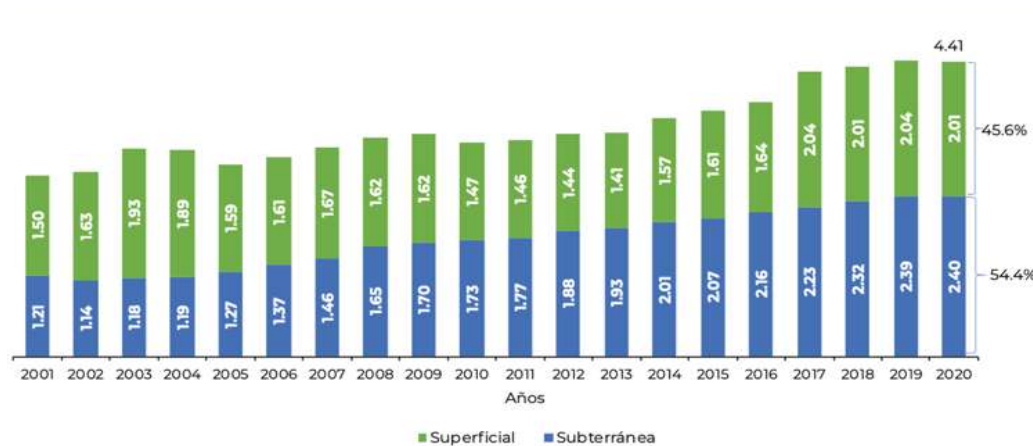
### 2.21.3 Uso industrial

El uso industrial representa solamente el 4.6% del porcentaje de extracción del uso consuntivo total, con un creciente consumo en los últimos años, sin embargo, como considera Lorenia Velázquez, a pesar de que el sector utiliza una proporción de agua menor comparado con otros, como la agricultura, su estudio no debe ser relegado por el dinamismo e impacto que lo ha caracterizado y que lo convierte en un demandante actual y futuro del recurso, al contrario, su estudio debe abarcar tanto el agua utilizada propiamente en los procesos industriales como el agua residual generada de las plantas, y que debe depositarse en algún sitio (2006).

De acuerdo con la legislación hídrica en México, el uso industrial es aquella aplicación del vital líquido en fábricas o empresas que realicen la extracción, conservación o transformación de materias primas o minerales así como también del acabado de productos o aquella que se use en parques industriales, calderas, dispositivos para enfriamiento, lavado, baños y otros servicios dentro de la empresa, las salmueras que se utilizan para la extracción de cualquier tipo de sustancias y el agua aún en estado de vapor, que sea usada para la generación de energía eléctrica o para cualquier otro uso o aprovechamiento de transformación (Ley de aguas,1992).

Como se muestra en el gráfico 10, el uso del agua en la industria ha tenido una demanda en ascenso en los últimos años por las dos fuentes de abastecimiento, como a continuación se detalla:

Gráfico 10. Comportamiento del volumen concesionado para el uso agrícola 2001-2020 (miles de hm<sup>3</sup>).



Fuente: (CONAGUA, 2022:82).

La demanda de productos y servicios en la actual expansión industrial se explican por las crecientes necesidades de una población urbana en aumento (Toledo, 2002). Esta demanda, inevitablemente pone de relieve la dependencia del recurso

para su producción dadas las aproximaciones estadísticas históricas, pero también del grado de implicaciones contaminantes que pueda generar este uso.

Sea uso público urbano, agrícola, industrial, la explotación del recurso en México ha alcanzado cifras preocupantes que ponen a prueba diversas políticas ambientales y sus modelos de gestión actual. Su relevancia en el plano social, económico y ambiental, en el marco de la sustentabilidad, permite dirigir los esfuerzos de los diferentes actores para una mejor administración y cuidado frente a nuevos retos como es el consumismo y crecimiento poblacional.

## 2.22 Las aguas residuales, una noción conceptual

Las aguas residuales conocidas también como aguas servidas o efluentes, según, (*World Water Assessment Programme*, 2017) son definidas de diferentes maneras, para (Garzón *et al.*, 2012) son aquellas que, por uso del hombre, representan un peligro y deben ser desechadas, porque contienen gran cantidad de sustancias y/o microorganismos, mismas que pueden ser transportadas a través de los sistemas de alcantarillado (Romero, 2004).

Los vertidos, después de haber sido utilizados en domicilios, fábricas u otras actividades poseen sustancias como grasas, detergentes, materia orgánica, herbicidas, plaguicidas y sustancias tóxicas (Ramón *et al.*, 2015). La Organización Mundial de la Salud, estima, respecto a este tema que el agua está contaminada cuando su composición o estado están alterados de tal modo que ya no reúnen las condiciones a una u otro o al conjunto de utilidades a las que se les hubiera destinado en su estado normal.

Representan entonces, una combinación de efluentes domésticos que consisten en aguas negras, aguas de efluentes industriales, así como de pluviales y otras corrientes urbanas, agrícolas hortícolas y acuícola (Raschid-Sally y Jayakody, 2008), no obstante, pueden entenderse también como, aquellas mezclas complejas



que contienen sustancias poco solubles, volátiles, inestables, coloreadas y/o partículas en suspensión (Ronco *et al.*, 2004).

Siguiendo a (Hernández *et al.*, 2018) las aguas residuales son aquellas propiedades físicas, químicas o biológicas que han sido alteradas o cuando se ha introducido elementos en cantidades superiores a los niveles de seguridad para los seres humanos, principalmente por el uso industrial.

Aunque existen diversos conceptos unificados o diversos que describen las descargas de aguas residuales, la legislación mexicana, es decir, la Ley de aguas nacionales en su artículo 3° fracción VI, las define de la siguiente manera:

VI. "Aguas Residuales": Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas; (Ley de aguas nacionales, 1992:2).

Puede sintetizarse, que las aguas servidas, residuales o efluentes, son resultado de un uso primario del agua el cual contiene mezclas, combinaciones o alteraciones que alejan de su estado natural al recurso y que pueden ser dañinas por su contenido de sustancias físico, químicas y biológicas (concepto propio).

Este tipo de aguas, puede clasificarse siguiendo a (Ramalho, 2021) en domésticas y urbanas, industriales, escorrentías de usos agrícolas y pluviales, sin embargo Blanca Jiménez Cisneros, hace una clasificación más estricta, identificado las aguas residuales en puntuales y difusas, las primeras provienen de las descargas municipales e industriales, mientras que las segundas, son aquellas que escurren sobre el suelo producto de la lluvia, se disuelven y acarrear contaminantes naturales o producidos por el hombre, como pueden ser aceites, productos químicos agrícolas, excremento pecuario y materiales tóxicos en zonas urbanas (2007).

Tratándose de descargas difusas, Novotny, considera que en lo colectivo es más significativa que en lo individual y que, comúnmente este tipo de contaminación está relacionada con actividades al uso de suelo, donde habitualmente se encuentran sólidos suspendidos, nutrientes microorganismos, coliformes fecales y otros compuestos que por lo regular se asocian con la actividad agrícola y pecuaria que son conducidas por la lluvia (1999).

La descarga agrícola, generalmente se realiza en fuentes de abastecimiento subterráneas, provocando diferentes efectos secundarios, entre los que destacan, el costo de producción de los productos agrícolas por la dificultad de extracción de los mantos acuíferos (Montero, 2011). Por ello, como menciona (Bravo *et al.*, 2009) resulta más compleja su regulación y su vigilancia.

En contraste, las descargas puntuales, son aquellas que tienen identificada su procedencia, lo que facilita su control y regulación. Estos vertidos, que pueden ser de componente orgánicos e inorgánicos pueden estar ya tratados o no llevar algún proceso de purificación (Aguilar-Ibarra *et al.*, 2006).

La contaminación puntual proviene entonces de un punto en particular, como puede ser de una casa o una tubería en específico (Hernández *et al.*, 2018). Este tipo de vertidos, se descargan directamente a los cuerpos receptores de agua en lugares discretos, y que pueden venir o no de una planta de tratamiento de agua residual, municipal o industrial (Mahlknecht, 2021).

Las aguas residuales industriales identificadas como descargas puntuales dentro del argot técnico, son aquellos vertidos que proceden de la actividad o de los procesos de producción en que se utilice el recurso, y que pueden ser variables en función al tipo de industria y producto/servicio prestado (Hernández *et al.*, 2018).

Sean puntuales o difusas, las descargas de aguas residuales contienen parámetros físico-químico-biológicos que alteran el estado del cuerpo de agua receptor que se trate, (superficial o subterránea) impidiendo, por su contenido, al consumo para su desarrollo o el uso en otras actividades, por ello, tanto las leyes como las políticas públicas, deben estar en constante evaluación y actualización a fin de proveer una regulación, administración y cuidado del medio ambiente alineada con la realidad social que prevalece, esto es, una creciente población demográfica y actividad económica que implica mayores grados de contaminación (Castillo, 2016).

## 2.23 Marco jurídico de las aguas residuales en México

En materia hídrica, México posee un extenso marco jurídico que regula las descargas de aguas residuales en cuerpos propiedad de la nación, empero, a pesar de la vasta normatividad, no se ha tenido el efecto esperado en los últimos años, por las condiciones sociales, económicas y políticas que prevalecen.

El derecho, en ese sentido, inyecta la posibilidad de regular “el deber ser” en el comportamiento de las personas de forma deseable y necesaria, máxime si se trata del entorno en el que se desenvuelve a través de la observancia provocada por las regulaciones jurídicas que protegen el medio ambiente (Quintana, 2009).

Los instrumentos jurídicos juegan un papel importante en la administración, control y protección de los recursos hídricos, a través de su doble propósito (restrictivos y propositivos), por lo que deben ajustarse al dinamismo de las demandas que prevalecen y estar sujetas a una revisión y ajuste constante, por ello, a continuación, se hará una breve reseña de la evolución de la legislación hídrica en México, con énfasis en las descargas de aguas residuales (s/a) (Ortiz, 2013).

### 2.23.1 Histórico normativo

La normatividad de las aguas en México dio inicio con la Constitución de 1857, que delimitó las aguas de propiedad de la nación en su artículo 42, facultando

paralelamente al Congreso de la Unión para determinar cuáles eran las aguas de jurisdicción federal y expedir leyes en la materia (Ortiz, 2013).

La expedición de la Ley sobre el Régimen y Clasificación de Bienes Federales en el año de 1902, consideró por primera vez las aguas de propiedad nacional como inalienables e imprescriptibles. En este año, con la intención de remediar algunas lagunas legislativas se expidió la Ley sobre el régimen de clasificación de bienes federales, ocho años después, en 1910, se publicó la Ley sobre aprovechamiento de aguas de jurisdicción federal que tuvo como principal aportación, la clasificación de los diferentes usos de agua (Ortiz, 2013).

En 1988, nace la Ley general de vías de comunicación, que, aunque se refería a las aguas navegables, estableció un régimen de concesiones de agua, al tenor de un apartado de vigilancia y control al ejecutivo federal (Ortiz, 2013) En 1917, se promulgó La Constitución Política, que ratificó y amplió la regulación del agua mediante el dominio y propiedad, aterrizada en la base de la soberanía del Estado Mexicano, en su artículo 27.

De acuerdo con (Fernández, María) dicho catálogo, dejó ver un sistema de propiedad compuesto de tres partes; la primera, las aguas de propiedad nacional, la segunda las de propiedad particular, amén de que “Cualquiera otra corriente de agua no incluida en la numeración anterior, se considerará como parte integrante de la propiedad privada que atraviere”; y tercera, de propiedad de los Estados de la Federación, debido a que “se considerará como de utilidad pública y quedará sujeto a las disposiciones que dicten los Estados” cuando sin ser propiedad de la Nación, su curso pasa de un terreno a otro (2015: 242).

En 1926, el Estado Mexicano dio mayor peso a la infraestructura hidroagrícola y reguló lo atinente a las obras de riego, a través de la Ley sobre irrigación con aguas federales. Para el año 1929, se crea la Ley de aguas de propiedad nacional que tuvo como punto toral, la regulación de las concesiones, las facultades de

autoridades responsables de su observancia y ampliación del catálogo de las aguas nacionales (Ortiz, 2013; CONAGUA, 1997).

En 1946 se robustece, mediante reforma, la Ley de aguas propiedad nacional que contemplaba los aprovechamientos, permisos y concesiones; en esa mejora se dio énfasis a las multas a quienes contaminan las aguas susceptibles de aprovechamiento humano y de actividades económicas (SIAPS, 2014).

La planeación, proyección y ejecución de obras de agua potable para todo el país, se contempló en la Ley federal de ingeniería sanitaria en el año de 1948, trayendo consigo un alza en la cobertura de alcantarillado y agua potable en todo el país, derivado de una preocupación por la salud de las personas (Ortiz, 2013).

Con la promulgación de la Ley de cooperación para dotación de agua potable en los municipios, en 1956, se enfatizó la preocupación de los temas de agua potable y alcantarillado, creándose para tal efecto las juntas federales de agua potable y alcantarillado, comités de agua potable y sistemas de administración directas, entre otros organismos para el seguimiento de dichas áreas (Ortiz, 2013).

En el último tercio del siglo XX, se expidieron leyes en materia de recursos hídricos particularmente en aguas residuales. La Ley federal para prevenir y controlar la contaminación ambiental en 1971, que normaba sobre la prevención y control de la contaminación de las aguas exigiendo que las mismas fueran tratadas mediante obras necesarias *so pena* de ser clausuradas por la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH), en coordinación con la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA) (SIPAS, 2014; García, 2013).

La Ley Federal de Aguas de 1972, además de retomar diversos artículos de leyes precedentes, integró la regulación sobre el uso de aguas residuales y estableció la coordinación entre las autoridades estatales y municipales para mejorar los sistemas de agua potable y alcantarillado. Asimismo, en sus artículos 16 y 17 se

contemplaron medidas preventivas que permitían la suspensión de actividades cuando se afectara el equilibrio ecológico. Posteriormente, en 1986, se adicionó la exigencia de permisos de descarga de aguas residuales, reforzando así el control y la supervisión en la materia.

El reglamento de la Ley federal para prevenir y controlar la contaminación ambiental publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de marzo de 1973, fue la antesala del actual reglamento de la Ley de aguas nacionales, al establecer la capacidad de asimilación de los cuerpos receptores frente a los contaminantes descargados, clasificando con este instrumento, las aguas en función a su uso y calidad (CONAGUA, 1997).

Una similitud, de acuerdo con (Reyes, 2015) entre la ley de 1971 y el reglamento de 1973, es que apostaban a la prevención de la contaminación al margen de un nivel de asimilación que tenían los cuerpos receptores de las aguas residuales y el control de la contaminación tratándose de depósitos o corrientes que recibían aguas muy contaminadas, mejorando a través de una ayuda integral de todos los interesados.

Lo anterior, trajo consigo, un plan de control de contaminación, depositada en tres etapas, mismas que han sido aplicadas a la fecha en el control de las descargas de aguas residuales.

1.- Padrón de descargas de aguas residuales de tipo municipales industriales, pecuarios y agrícolas. En un plazo de 3 años a partir de dicho registro, mejorar los 5 parámetros generales: Sólidos sedimentables (1.0 ml/L), grasas y aceites (70 mg/L), materia flotante (malla de 3mm), temperatura (35° c) y potencial de hidrógeno (4.5-10 unidades) (art. 13). De no cumplimentar en dicho término, los responsables tendrían la obligación de presentar un informe con las mejoras de sus sistemas para cumplir con la calidad. (Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental Originada por la Emisión de Ruidos, 1973).

- 2.- Etapa de verificación de los paramentos descargados, de acuerdo con el informe.
- 3.- Derivado de dicho informe, la autoridad del agua, fijaría las Condiciones Particulares de Descarga CPD's, de las aguas residuales.<sup>7</sup>

En 1982, se publicó la Ley Federal de Protección al Ambiente que, aunque fue un instrumento central en materia ambiental y susceptible al mismo tiempo de diversas modificaciones legislativas, en materia de descargas de aguas residuales la más significativa tuvo lugar en 1996, ya que se destinó un título (cuarto) a la “Protección al ambiente” y un capítulo sobre la Prevención y Control de la Contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos (Ley general de equilibrio ecológico y la protección al ambiente, 1988).

En 1991, se crea la Ley federal de derechos que tiene como objetivo el cobro de diversos montos por el uso o aprovechamiento de bienes del dominio público o por recibir algún servicio del Estado en sus funciones de derecho público, incluyendo el cobro por descargas de aguas residuales (Ortiz, 2013).

Finalmente, para el año 1992, se publica la Ley de aguas nacionales, legislación que actualmente rige el escenario hídrico en México y se encarga del control, administración y cuidado de las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes.

#### 2.23.2 Base constitucional

El establecimiento de normas en un territorio y población determinada, comprende la base de su convivencia al margen del respeto de los derechos humanos. La Constitución, como máxima norma en un país, define por un lado una parte orgánica

---

<sup>7</sup> Conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos y de sus niveles máximos permitidos en las descargas de aguas residual, determinados por “La Comisión” para un usuario, para un determinado uso o grupo de usuarios o para un cuerpo receptor específico, con el fin de preservar y controlar la calidad de las aguas conforme a la “La ley” y este “Reglamento” (Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, 1994: 3)

que contempla, precisamente, las actividades y organización del Estado para garantizar de forma integral el bienestar social y por otro lado define la parte dogmática donde prevé el catálogo de derechos humanos que el Estado está obligado a garantizar para gozar de una vida digna.

En ese marco de definición legal, de cómo se actúa y qué regula, encontramos el tópico del medio ambiente, que incluye el goce de un espacio natural digno para nuestro esparcimiento y desarrollo y, el modo en que el Estado podrá garantizar este derecho. Las descargas de aguas residuales que pueden incluirse invariablemente en el espacio natural referido, con el tiempo, han sido contempladas en el texto jurídico para garantizar su reducción y efecto contaminador, que trae consigo, en sentido negativo, problemas de alto impacto.

Constitucionalmente los artículos que establecen el fundamento en materia de aguas y como consecuencia de ello el derecho a un medio ambiente sano que incorpora el tema de aguas residuales y su efecto, lo encontramos sustancialmente en los arábigos 4 y 27.

El legislador impulsado por la comunidad internacional y, pactos y tratados de ese mismo orden, redactaron en la Constitución propiamente en el artículo 4, dos derechos humanos fundamentales, a un medio ambiente sano y al agua y su saneamiento:

Artículo 4o. “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley” (CPEUM,1917:10).

Este derecho de carácter autónomo, incorpora, además, componentes como ríos, bosques, etc., y demanda los medios necesarios para mantener el equilibrio, tarea que se deposita en el Estado, pero también en los integrantes de una sociedad



eminentemente capitalista. Esto indica que existe una obligación integral para lograr este derecho, que ha sido trastocado en el plano internacional y que implica el desarrollo sustentable (Vivas, 2020).

El derecho humano al agua y su saneamiento, se localiza en el párrafo sexto del mismo artículo, que expresa lo siguiente:

“...Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines...” (CPEUM, 1917:10).

El párrafo que contiene el derecho humano al agua menciona algunos elementos que son necesarios abordar para conocer el alcance de dicha prerrogativa legal.

Suficiente: Se hace referencia a la periodicidad del suministro de agua para los usos personales y domésticos y en cantidad adecuada.

Salubre: La calidad del agua tiene que respetar los estándares establecidos en la Guía para la Calidad del Agua Potable de la Organización Mundial de la Salud. Esta dimensión, se considera imprescindible e implica instalaciones para asegurar el saneamiento y transversalmente la gestión eficiente de los recursos (Soares, 2019).

Aceptable: Dicha dimensión está relacionada con normas socioculturales, en términos de saneamiento, es decir, con una implicación de dignidad y privacidad, que constituyen principios de derechos humanos (Soares, 2019).

Asequible: El agua y los servicios e instalaciones de agua deben estar al alcance de todos. El Estado, además, tiene la obligación, cuando sea necesario, de suministrar el agua gratuitamente a quienes no disponen de medios suficientes (Plaza, 2008).

La obligación del Estado de proveer el recurso hídrico como un derecho humano, el cual deberá ser en condiciones físicas, químicas y biológicas aptas para el consumo humano, implica una tarea de saneamiento y control de la contaminación del recurso a través de los diferentes medios y por los distintos actores.

Las descargas de agua residuales, toman un papel protagónico en este sentido debido a que, de no corregir a través de políticas públicas y regulación ambiental idónea, el derecho humano al agua en las condiciones referidas, no podrá cumplirse.

### 2.23.3 Jurisprudencia en materia hídrica

Uno de los pilares en el sistema jurídico mexicano, han sido los criterios jurisprudenciales, considerados como una de las fuentes formales del derecho. Conocer los pronunciamientos judiciales que han robustecido el marco normativo mexicano, permite, además de delimitar problemas de competencia, definir y garantizar los derechos contenidos en la Constitución, que en este caso corresponden a la materia hídrica.

La jurisprudencia, posee dos significados distintos, de acuerdo con García, uno de ellos corresponde a la ciencia del derecho o teoría del orden jurídico positivo, es decir el conocimiento del derecho como ciencia, mientras que el segundo sirve para designar el conjunto de principios y doctrinas contenidas en las decisiones de los tribunales a través de su actividad propia (2005).

García Máynez, resume a la jurisprudencia como la Ciencia del Derecho aplicada por los tribunales (2005), sin embargo, para Palomar, la jurisprudencia se define como la “Norma de juicio que suple omisiones de la ley, y que se funda en las prácticas seguidas en casos iguales o análogos” (2008: 885).

La jurisprudencia es, en resumen, la actividad de los tribunales, la actividad interpretativa de las leyes, la suplencia o creación de leyes, las prácticas consecutivas en casos similares que representa una forma alternativa de hacer ley y una base sólida para un sistema jurídico.

Esta actividad judicial, que da interpretación al derecho, fue esencial en la garantía del derecho humano al agua y su saneamiento, a pesar de no estar expreso en la constitución hasta después del 2012. Ejemplo de dichos pronunciamientos encontramos la Tesis aislada emitida por el Cuarto Tribunal Colegiado en Materia Administrativa del Primer Circuito tutela el “Derecho a un medio ambiente adecuado para el desarrollo y bienestar. aspectos en que se desarrolla” (SCJN, 2007).

Otro ejemplo es la Tesis Aislada con registro I.4o.A.447 emitida por el Cuarto Tribunal Colegiado en Materia Administrativa del Primer Circuito titulada “Medio ambiente adecuado para el desarrollo y bienestar. concepto, regulación y concreción de esa garantía” en el que precisaba que, aunque el artículo 4to Constitucional no definía de manera concreta la forma en que el Estado daría cumplimiento, ratifica la necesidad de proteger los recursos naturales a fin de encontrar el equilibrio ecológico, valiéndose, en todo caso, de los principios y valores que pueden manifestarse en las leyes secundarias, es decir, en la Ley Federal de Equilibrio Ecológico y la Ley de Aguas Nacionales (SCJN, 2005).

La Tesis Aislada VI.1o.A.7 A (10a.) emitida por el Primer Tribunal Colegiado en Materia Administrativa del Sexto Circuito sostenía que los derechos humanos, incluidos tanto en la Constitución Política como en los Tratados Internacionales, son obligatorios (si no lo son, sirven de orientación), por ende, el derecho al agua y su

saneamiento que está contemplado en varios ordenamientos internacionales, tiene el carácter de imperativos para el Estado Mexicano (SCJN, 2012).

La Primera Sala de la Suprema Corte de Justicia, por su parte, en sentencia de amparo en revisión 641/2017, sostuvo que la contaminación del vital líquido pone en riesgo el disfrute de otros derechos fundamentales debido a que “la gestión inadecuada de las aguas residuales limita el desarrollo, pone peligro los medios de vida y aumenta la pobreza al incrementar los gastos de atención de la salud y reducir la productividad y las oportunidades educativas” (SCJN, 2017: 52).

Como se advierte, los criterios jurisprudenciales, por mencionar algunos en materia de medio ambiente y derecho al agua, se han interpretado en base a la observación general número 15 del Comité de los Derechos Económicos, Sociales y culturales, así como del principio pro homine que implica la interpretación jurídica buscando el mayor beneficio de las personas, y a razón de la inteligencia de los juzgadores, el derecho al recurso hídrico es necesario para su desarrollo, aunque expresamente no estuviera redactado.

Estos pronunciamientos, como se observa, prueban que la interpretación jurídica, juega un papel importante en el derecho al agua, ya sea tanto en el orden internacional como nacional, pues forja, en el plano práctico, a través de las dependencias y organizaciones gubernamentales, la consolidación del derecho humano al agua.

#### 2.23.4 Ley de aguas nacionales con enfoque en descargas de aguas residuales

Publicada en 1992, el instrumento jurídico prevé 10 títulos en 124 artículos. Contiene disposiciones generales en su título primero, el segundo contempla la administración del agua, es decir, sobre quiénes y cómo se efectuará dicha tarea y demás actividades que establece la misma ley. La política y programación hídrica,

que prevén los principios de la política nacional, así como la planeación de la materia, misma que se advierte en el título tercero.

Los derechos de uso, aprovechamiento y explotación del recurso, que contemplan las reglas y condiciones para la entrega de concesiones y asignaciones, que, a su vez, expone un catálogo de prerrogativas y obligaciones, las figuras jurídicas de suspensión, extinción y revocación de concesiones, así como permisos de descarga son detallados en el título cuarto de la ley.

La Ley de aguas, además, establece un apartado, en su título quinto, sobre las condiciones de las zonas de veda y reserva, para efectos de la administración del agua y, un título sexto, que detalla los usos de agua, sus generalidades y descripción del uso público urbano, agrícola, uso de energía eléctrica y otras actividades productivas.

Contiene, además, un apartado sobre inversión e infraestructura hidráulica, como la participación privada y social en obras federales, y el sistema financiero, que sirve como base para sopesar las acciones de la gestión integral de los recursos hídricos (títulos octavo y octavo bis, respectivamente).

En la Ley describe, en su título noveno y décimo, respectivamente, sobre la administración de los bienes nacionales a cargo de la Comisión Nacional del Agua y medidas de apremio, infracciones, sanciones y medios de impugnación al alcance de los gobernados.

Las sanciones, sirven como instrumento de comando y control para regular las conductas derivadas de las descargas de aguas residuales por los agentes económicos, mismas, que son aplicadas por La Comisión Nacional del Agua, Órgano Facultado en materia, grado y territorio, para seguir el procedimiento administrativo de imposición de sanciones.

Para el año 2004, la Ley de aguas nacionales, fue objeto de algunas modificaciones que, justo en ese ánimo de romper con diversos paradigmas centralistas, incorpora la apertura a la participación frente a diversos problemas con miras hacia una gobernanza del recurso hídrico. Por un lado, se incluye el concepto de gestión integral de los recursos hídricos, se inyecta mayor importancia a la política hídrica a través de los principios de “quien contamina paga”, y se inyecta mayor valor económico, social y ambiental al agua.

Respecto a planeación, la ley enfatiza sobre la reformulación para la entrega de concesiones y permisos; apertura a la coordinación para actos administrativos y fiscales con los Estados, además de robustecer el tema de la contaminación en aspectos como prevención, control, actuación y responsabilidad; se adicionan sanciones civiles y penales causadas por las descargas de aguas sin permiso correspondiente (Ortiz, s/a).

Por lo que ve a las descargas de aguas residuales, la Ley, en su título séptimo “Prevención y control de la contaminación de aguas y responsabilidad por daño ambiental” contiene dos capítulos: Prevención y control de contaminación del agua y, Responsabilidad por daño ambiental donde detallan, a través de sus artículos, lo relativo a las descargas de aguas residuales y responsabilidad por parte de los agentes económicos.

Entre las diversas conductas que regula la Ley de Aguas Nacionales en materia de descarga, se encuentran la obligación de los municipios y entidades de tratar sus aguas residuales, las figuras de la suspensión y revocación de los permisos de descarga por falta a alguna de las obligaciones allí contenidas, así como la reparación del daño causado en caso de alguna descarga fuera de las condiciones particulares y Normas Oficiales Mexicanas.

Queda prohibido, al margen del arábigo 86 Bis, arrojar basura y demás contaminantes cuerpos receptores y zonas federales, advirtiendo que de realizar

dicha conducta será susceptible de alguna sanción en términos de esa misma ley. Esta conducta únicamente podrá realizarse, mediante un permiso de descarga, mismo que se emitirá por la Comisión Nacional del Agua, al amparo del artículo 27 Constitucional (Art. 88).

De contar con el permiso, las personas físicas y morales deberán tratar previamente sus aguas, hacer el pago de derechos que será de acuerdo al tipo de cuerpo receptor y volumen de descarga; instalar y mantener en buen estados los medidores de volumen, hacer del conocimiento de cualquier cambio en los procesos cuando esto modifique las descargas, cumplir con las condiciones del permiso y de las normas oficiales mexicanas y presentar periódicamente reporte de calidad del agua a través de laboratorios certificados (Art. 88 Bis).

La Ley de aguas, busca reducir la contaminación por descargas a través de regulación que pone como límite dicho ejercicio, ya sea mediante la aplicación de normas oficiales mexicanas que definen los parámetros físicos químicos en cuerpo receptores y, a través de permisos como instrumento de monitoreo.

La Ley de referencia, es considerada como el eje rector de la política hídrica en México, ya que ha regulado esencialmente el uso del recurso y, en la medida de lo posible soportado el problema de la contaminación a través de los diversos instrumentos y robustecidos por políticas públicas, sin embargo, la realidad histórica ha demandado un cambio transversal debido al alza en la contaminación en México.

Leyes, políticas y actores, son los encargados de definir el rumbo de la situación hídrica del país, por lo que es fundamental atender las dos grandes problemáticas del país: desabasto y contaminación del agua; lo anterior al tenor de la realidad histórica con los elementos restrictivos y de apertura propios de una norma jurídica, pero con apego a la situación actual ambiental y voluntad global.

### 2.23.5 Norma oficial mexicana 001 1996-2021

Las normas oficiales son, según la Ley general sobre metrología y normalización, la regulación técnica expedida por los órganos del estado competentes, y de cumplimiento obligatorio que establece directrices procesos, sistemas, actividades o métodos de producción y operación o, relativas a la terminología, embalaje, marcado o etiquetado (Art. 3 fracción XI) (1992).

En materia de descargas de aguas residuales, es utilizado como el mecanismo de control para medir la calidad el agua descargada en cuerpo receptores de México, tratándose de contaminantes básicos (Rojas, 2002), donde establecen parámetros de acuerdo al tipo de descarga que sea, en este caso de tipo industrial y público urbano.

La NOM-001-SEMARNAT-1996, publicada el 6 de enero de 1997 en el Diario Oficial de la Federación, es el instrumento que define la medición de parámetros de descargas municipales y no municipales en cuerpos receptores de propiedad nacional. El instrumento normativo, establece límites máximos permisibles para mejorar la calidad del agua, en tres rubros esenciales: parámetros básicos, metales pesados y cianuros.

Los primeros, los básicos, encontramos contaminantes como temperatura, grasas y aceites, PH, sólidos sedimentables, materia flotante, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, nitrógeno total y fósforo total. Respecto a los metales pesados, son susceptibles de medición el cadmio, cromo, cobre arsénico, zinc, plomo, níquel y mercurio, de igual forma, se toma en cuenta en la medición de la calidad el agua los cianuros y los coliformes fecales como indicador de patógenos.

El instrumento de medición de referencia, también contempla 3 supuestos para su aplicación, que está en función al número de habitantes (50. 000 o más) y a las descargas no municipales que superen las 3 toneladas al día, el segundo a un mayor número de habitantes (50. 000), pero con una carga contaminante no



municipal entre 1.2 y 3 toneladas al día, y un tercero para comunidades entre 2,500 a 20. 000 habitantes y una carga no municipal menor a 1.2 toneladas al día. Así, conforme se tenga la descarga de aguas residuales, será, de acuerdo a la norma oficial mexicana, el rango de muestra mensual, trimestral, semestral y anual.

Los parámetros en cuerpos de agua superficial provenientes de descargas municipales o no municipales, dependerá del tipo de cuerpo receptor, como así la clasifica la Ley federal de derechos siendo de A, B o C. Las tablas 1 y 2, resumen los parámetros y límites que deberán respetarse por contaminantes básicos, metales pesados y cianuro en las descargas de aguas residuales, considerando se posee el permiso por parte de la Comisión Nacional del Agua.

Tabla 1. Límites máximos permisibles para contaminantes básicos en descargas a cuerpos de aguas superficiales.

| Parámetro                                            | Contaminantes Básicos LMP |                 |                                   |                 |
|------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|
|                                                      | Ríos                      |                 | Embalses naturales y artificiales |                 |
|                                                      | Uso Público Urbano (B)    |                 | Uso Público Urbano ( C )          |                 |
|                                                      | Promedio Mensual          | Promedio Diario | Promedio Mensual                  | Promedio Diario |
| Miligramos por litro, a excepción cuando se indique. |                           |                 |                                   |                 |
| Temperatura C° (1)                                   | 40                        | 40              | 40                                | 40              |
| Grasas y aceites (2)                                 | 15                        | 25              | 15                                | 25              |
| Materia flotante (3)                                 | ausente                   | ausente         | ausente                           | ausente         |
| Sólidos Sedimentables (ml/l)                         | 1                         | 2               | 1                                 | 2               |
| Sólidos Suspendidos Totales                          | 75                        | 125             | 40                                | 60              |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno 5                      | 75                        | 150             | 30                                | 60              |
| Nitrógeno Total                                      | 40                        | 60              | 15                                | 25              |
| Fosforo Total                                        | 20                        | 30              | 5                                 | 10              |
| 1. Instantáneo                                       |                           |                 |                                   |                 |
| 2. Muestra Simple Promedio Ponderado                 |                           |                 |                                   |                 |
| 3. Ausente según método en la nmx-aa-006             |                           |                 |                                   |                 |

Fuente: Elaboración propia a partir de (Norma Oficial Mexicana, 1996).

Tabla 2. Límites máximos permisibles para metales pesados y cianuro en descargas a cuerpos de aguas superficiales.

| Metales Pesados y Cianuros LMP                       |                        |                 |                                   |                 |
|------------------------------------------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|
| Parámetro                                            | Ríos                   |                 | Embalses naturales y artificiales |                 |
|                                                      | Uso Público Urbano (B) |                 | Uso Público Urbano ( C )          |                 |
|                                                      | Promedio Mensual       | Promedio Diario | Promedio Mensual                  | Promedio Diario |
| Miligramos por litro, a excepción cuando se indique. |                        |                 |                                   |                 |
| Arsénico                                             | 0.1                    | 0.2             | 0.1                               | 0.2             |
| Cadmio                                               | 0.1                    | 0.2             | 0.1                               | 0.2             |
| Cianuro                                              | 1                      | 2               | 1                                 | 2               |
| Cobre                                                | 4                      | 6               | 4                                 | 6               |
| Cromo                                                | 0.5                    | 1               | 0.5                               | 1               |
| Mercurio                                             | 0.005                  | 0.01            | 0.005                             | 0.01            |
| Niquel                                               | 2                      | 4               | 2                                 | 4               |
| Plomo                                                | 0.2                    | 0.04            | 0.2                               | 0.04            |
| Zinc                                                 | 10                     | 20              | 10                                | 20              |
| (*) Medidos de manera total                          |                        |                 |                                   |                 |

Fuente: Elaboración propia a partir de (Norma Oficial Mexicana, 1996).

Derivado de los múltiples debates en términos ambientales surgidos por los resultados negativos a través del alza en la contaminación de los cuerpos de agua aparejado por un proceso industrial más agresivo, así como un crecimiento demográfico que ha llevado a una mayor descarga de aguas residuales, se buscó la actualización de la norma referida, misma que se capitalizó mediante la publicación de la NOM-001-SEMARNAT-2021, en el Diario Oficial de la Federación el 11 de marzo de 2022. La Tabla 3, expone los parámetros modificados de la norma oficial.

Tabla 3. Límites máximos permisibles para contaminantes básicos en descargas a cuerpos de aguas superficiales NOM-001-SEMARNAT-2021

| Contaminantes Básicos LMP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  |                 |                   |                                           |                 |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------|-------------------|-------------------------------------------|-----------------|-------------------|
| Parámetro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ríos, arroyos, canales, drenes   |                 |                   | Embalses, lagos y lagunas                 |                 |                   |
| Miligramos por litro, a excepción cuando se indique.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Promedio Mensual                 | Promedio Diario | Valor Instantáneo | Promedio Mensual                          | Promedio Diario | Valor Instantáneo |
| Temperatura C° (1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 35                               | 35              | 35                | 35                                        | 35              | 35                |
| Grasas y aceites (2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 15                               | 18              | 21                | 15                                        | 18              | 21                |
| Sólidos Suspendidos Totales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 60                               | 72              | 84                | 20                                        | 24              | 28                |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 150                              | 180             | 210               | 100                                       | 120             | 140               |
| Carbono Orgánico total*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 38                               | 45              | 53                | 25                                        | 30              | 35                |
| Nitrógeno Total                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 25                               | 30              | 35                | 15                                        | 25              | 30                |
| Fosforo Total                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 15                               | 18              | 21                | 5                                         | 10              | 15                |
| Huevos de Helminetos (huevos/litros)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | n/a                              | n/a             | n/a               | n/a                                       | n/a             | n/a               |
| Escherichia coli, (NMP/100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 250                              | 500             | 600               | 250                                       | 500             | 600               |
| Esterococos fecales* (NMP/100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 250                              | 400             | 500               | 250                                       | 400             | 500               |
| pH (UpH)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 6--9                             |                 |                   |                                           |                 |                   |
| Color verdadero                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Longitud de onda                 |                 |                   | Coeficiente de absorción espectral máximo |                 |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 436 nm                           |                 |                   | 7,0 m-1                                   |                 |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 525 nm                           |                 |                   | 5,0 m-1                                   |                 |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 620 nm                           |                 |                   | 3,0 m-1                                   |                 |                   |
| Toxicidad aguda (UT)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2 a los 15 minutos de exposición |                 |                   |                                           |                 |                   |
| n/a: no aplica<br>NMP: Número más probable<br>UpH: Unidades de pH<br>UT: Unidades de toxicidad<br>Si Cloruro es menor a 100 mg/l se analiza y reporta DQO<br>Si Cloruro es mayor o igual a 100 mg/l se analiza y reporta COT<br>Si la conductividad eléctrica menor a 350 /cm se analiza y reporta E. coli<br>Si la conductividad eléctrica mayor o igual a 350 /cm se analiza y reporta Enterococos fecales<br>Las determinantes de conductividad eléctrica y de Cloruros no requieren la acreditación y aprobación de la entidad correspondiente. |                                  |                 |                   |                                           |                 |                   |

Fuente: Elaboración propia a partir de (Norma Oficial Mexicana, 2021)

Respecto a los metales y cianuro, la nueva norma oficial mexicana, establece los límites máximos permisibles siguientes:

Tabla 4. Límites máximos permisibles para metales pesados y cianuros en descargas a cuerpos de aguas superficiales NOM-001-SEMARNAT-2021.

| Metales Pesados y Cianuros LMP                       |                                |                 |                   |                           |                 |                   |
|------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------|-------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|
| Parámetro                                            | Ríos, arroyos, canales, drenes |                 |                   | Embalses, lagos y lagunas |                 |                   |
| Miligramos por litro, a excepción cuando se indique. | Promedio Mensual               | Promedio Diario | Valor Instantáneo | Promedio Mensual          | Promedio Diario | Valor Instantáneo |
| Arsénico                                             | 0,2                            | 0,3             | 0,4               | 0,1                       | 0,15            | 0,2               |
| Cadmio                                               | 0,2                            | 0,3             | 0,4               | 0,1                       | 0,15            | 0,2               |
| Cianuro                                              | 1                              | 2               | 3                 | 1                         | 1,5             | 2                 |
| Cobre                                                | 4                              | 5               | 6                 | 4                         | 5               | 6                 |
| Cromo                                                | 1                              | 1,25            | 1,5               | 0,5                       | 0,75            | 1                 |
| Mercurio                                             | 0,01                           | 0,015           | 0,02              | 0,005                     | 0,008           | 0,01              |
| Níquel                                               | 2                              | 3               | 4                 | 2                         | 3               | 4                 |
| Plomo                                                | 0,2                            | 0,3             | 0,4               | 0,2                       | 0,3             | 0,4               |
| Zinc                                                 | 10                             | 15              | 20                | 10                        | 15              | 20                |
| (*) Medidos de manera total                          |                                |                 |                   |                           |                 |                   |

Fuente: Elaboración propia a partir de (Norma Oficial Mexicana, 2021).

La actual norma oficial mexicana, prevé cambios significativos en los métodos de prueba, muestreos, parámetros de temperatura, toxicidad, color (por demostrar ser cancerígenos y mutagénicos) procedimiento para la evaluación de la conformidad, clasificación de cuerpos receptores y aparejamiento con otras normas oficiales, (SEMARNAT, 2022; Norma Oficial Mexicana, 2021, 2022).

En contaminantes básicos, la norma, endureció sus límites máximos como es el caso de la temperatura que exige 5 grados menos, las grasas y aceites aumentó el promedio diario con una diferencia de 7 mg, eliminó el parámetro de sólidos sedimentables, respecto a sólidos suspendidos totales, el parámetro se exigió en un 20 % y 42.4 % respecto a promedio mensual y diario en ríos, mientras que para lagos en promedio mensual y diario en un 50 % y 60 %.

La demanda bioquímica de oxígeno DBO5, en ríos, ponderó hasta en un 50% y 30 % respecto al promedio mensual y diario y, en lagos, en un 36. 6 % y 40 % en su promedio mensual y diario, respectivamente. El parámetro nitrógeno, en ríos, arroyos, canales y drenes, tuvo niveles inversos de tolerancia contaminante, un 37.5 % y 50 % en promedio mensual y diario. El fósforo total, al igual que el nitrógeno,

sólo se modificó en ríos en promedio mensual y diario en un 15% y 40% de menor tolerancia.

La adición del carbono orgánico, en los parámetros básicos, viene a sustituir la demanda química DBO de la norma de 1996, ya permite medir la carga orgánica contaminante de manera más confiable (NOM-001-SEMARNAT-2021, 2022). En el caso de los huevos de helmintos, *escherichia coli* y enterococos fecales, se agregaron a la nueva norma 2021 debido a que responde a contaminantes patógenos y parasitarios y representan un alto riesgo a la flora, fauna y a la salud principalmente.

Los parámetros color y toxicidad agregados a la reciente norma, aparecen debido a la ineficacia de detección del DBO5. El color, gracias a su resistencia, la exposición solar o ataque químico y degradación microbiana, dificulta la detección de diferentes sustancias como iones metálicos naturales, humus y materia orgánica disuelta, generalmente encontrados en giros industriales textiles, papeleros, cosméticos y farmacéuticos.

Además de un amplio catálogo de parámetros que prevé las normas oficiales para regular las descargas de aguas residuales, particularmente las industriales, la CONAGUA, determina las Condiciones Particulares tomando en cuenta los parámetros y límites máximos permisibles contenidos en las propias normas, así como de las Declaratorias de clasificación de los cuerpos de aguas nacionales (Art. 140) (Ley de Aguas Nacionales, 1992).

Este ejercicio por parte de la autoridad del agua, implica un precedente que permite, de acuerdo a las posibilidades administrativas, jurídicas y técnicas, de ejercer de manera puntual los instrumentos de gestión y política ambiental para reducir conductas lesivas a los recursos hídricos. Aunque su objeto necesariamente requiere de otros elementos o instrumentos, los alcances apegados a derecho pueden acortar la brecha en pro del stock natural.

El escenario en materia de regulación de descargas de aguas residuales, puede parecer suficiente en términos prácticos, sin embargo, visto desde una perspectiva jurídica carece de diferentes elementos que, por esa y más razones, el control de la contaminación en México, sigue siendo un problema de gran calado.

Este panorama lleva a cuestionar el mecanismo de transición legal de aplicación de la norma ya que permite un prolongado periodo de cambio entre una y otra, así como el ejercicio de la autoridad reguladora y observadora, que pone en práctica actos que pueden llevar a la ilegalidad y consecuente ineficiencia de los mecanismos de control ambiental.

## 2.24 La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)

Dadas las múltiples necesidades que requería el sector hidráulico en México, en 1989, mediante Decreto, el presidente Carlos Salinas de Gortari creó la Comisión Nacional del Agua, como Organismo desconcentrado de la extinta Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos<sup>8</sup>.

Entre sus múltiples tareas, el Organismo debía de establecer el marco jurídico, suspender la construcción directa de obras, ocuparse de la administración del agua y proponer la política nacional hidráulica. En el año 2000, como parte de la nueva estructura de la administración pública federal, pasó a ser Órgano de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT (Birrichaga, 2009).

De acuerdo a la Ley de Aguas en su artículo 9, la Comisión tiene por objeto las atribuciones de carácter técnico, normativo y consuntivo en materia de gestión integral del agua, control regulación y protección del dominio público a nivel nacional y regional hidrológico administrativo.

---

<sup>8</sup> Visible en el diario oficial de la federación  
[https://www.dof.gob.mx/nota\\_to\\_imagen\\_fs.php?cod\\_diario=206724&pagina=2&seccion=0](https://www.dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?cod_diario=206724&pagina=2&seccion=0)

Algunas funciones de la Conagua, destacan para el proyecto que nos ocupa, las de formular y evaluar la política hídrica nacional, administrar y custodiar las aguas nacionales y los bienes y, preservar y controlar la calidad de las mismas, en el ámbito nacional. Además, tiene funciones de realizar actos jurídicos necesarios para cumplir con sus atribuciones y vigilar el cumplimiento y aplicación de la Ley, de aguas e interpretarla para efectos administrativos, aplicar las sanciones y ejercer los actos de autoridad en la materia que no estén reservados al Ejecutivo Federal; (Ley de Aguas Nacionales, 1992)

Teniendo en cuenta las funciones en materia sanciones por descargas de agua residuales, es necesario adentrarse a las áreas que llevan a cabo este proceso, ya sea de forma indirecta y directa, a efecto de poder comprender su naturaleza y las actividades que se realizan en el marco de la protección a los bienes nacionales, no sin antes plantear el organigrama de la autoridad del agua.

Operativamente la CONAGUA opera a nivel nacional en tres ámbitos: 1) oficinas centrales, 2) organismos de cuenca y 3) direcciones locales.

Para el despacho de los asunto de su competencia, las oficinas centrales se encargan en términos generales, de establecer la política hídrica nacional que incluye de tipo recaudatoria y fiscal; elaborar las normas oficiales mexicanas, como es el caso de la 001 mencionada líneas arriba, operar del Sistema meteorológico nacional y de la vinculación con el Congreso de la Unión y demás dependencias federales que aportan al sector medio ambiente, además de coordinar las tareas en sus subsecuentes niveles, regional y local (Véase ANEXO 3).

Tratándose del nivel regional, los organismos de cuenca atienden las aguas nacionales en sus zonas hidrológicas administrativas el cual recaen en 13 oficinas, (Véase tabla 5). Tienen además un carácter autónomo en términos técnicos, operativos, jurídicos y administrativos dentro de la región hidrológica administrativa.

Tabla 5. Regiones hidrológicas administrativas de la CONAGUA.

| No.  | Región Hidrológica-Administrativa | Ubicación                   |
|------|-----------------------------------|-----------------------------|
| I    | Península de Baja California      | Mexicali, Baja California   |
| II   | Noroeste                          | Hermosillo, Sonora          |
| III  | Pacífico Norte                    | Culiacán, Sinaloa           |
| IV   | Balsas                            | Cuernavaca, Morelos         |
| V    | Pacífico Sur                      | Oaxaca, Oaxaca              |
| VI   | Río Bravo                         | Monterrey, Nuevo León       |
| VII  | Cuencas Centrales del Norte       | Torreón, Coahuila           |
| VIII | Lerma Santiago Pacífico           | Guadalajara, Jalisco        |
| IX   | Golfo Norte                       | Ciudad Victoria, Tamaulipas |
| X    | Golfo Centro                      | Jalapa, Veracruz            |
| XI   | Frontera Sur                      | Tuxtla Gutiérrez, Chiapas   |
| XII  | Península de Yucatán              | Mérida, Yucatán             |
| XIII | Aguas del Valle de México         | Ciudad de México            |

Fuente: Elaboración propia a partir de (Ley de aguas nacionales, 2006)

Respecto a las direcciones locales, de acuerdo al artículo 6 inciso C y artículo 86 del Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua, son aquellas que, en función a la necesidad de servicio estarán auxiliando en el ejercicio de las tareas de los organismos de cuenca cuya su circunscripción quedaría comprendida dentro del estado de su sede (Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, 1994).

De acuerdo con el artículo 11 del multicitado reglamento, las oficinas centrales para el ejercicio de sus atribuciones y funciones contarán con 12 unidades, en el caso de los organismos de cuenca con 12 direcciones, y para el ejercicio de sus funciones, las direcciones locales con 10 unidades.

El Estado de Michoacán forma parte de dos organismos de cuenca, el Lerma Santiago Pacífico y el organismo de cuenca Balsas <sup>9</sup>, es decir, que algunos de sus municipios, por la zona en que se encuentran, serán competencia de alguno u otro organismo regional. Esto implica entonces diferentes posturas en términos de

---

<sup>9</sup> Como así lo prevé el Acuerdo de circunscripción territorial de los organismos de cuenca de la Comisión Nacional del Agua publicado en el Diario Oficial de la Federación el 01 de abril de 2010, visible En: [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5137623&fecha=01/04/2010#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5137623&fecha=01/04/2010#gsc.tab=0)



políticas, decisiones y respuestas que pueden influir de manera positiva o negativa en los actos de autoridad tomadas desde la dirección auxiliar, en este caso la de Michoacán.

Partiendo de la perspectiva global del organigrama y funciones de la Comisión Nacional del Agua, se examinarán las áreas puntuales en la procuración del cumplimiento de la calidad del agua tratándose de descargas de tipo industrial y municipal en el estado de Michoacán, con la intención de identificar algunos puntos álgidos en el proceso para la imposición de sanciones por dicho concepto.

Las subdirecciones involucradas en el proceso de sanción, en la circunscripción local es decir en las direcciones locales, son: administración del agua, técnica, y jurídica.

La subdirección de administración del agua, es el área involucrada directamente de recibir las solicitudes de descargas, emitir el permiso correspondiente (siendo de tipo industrial y/o municipal) e inscribirlo en el Registro Público de Derechos de Agua. Además, se encarga de seguir el procedimiento verificador y sancionador a través del departamento de inspección y vigilancia y calificación de infracciones (Art. 24-28) (Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, 1994).

La subdirección técnica, es la encargada de dar seguimiento a las solicitudes de permiso de descarga y determinar técnicamente si las aguas residuales serán sometidas, de acuerdo a los procesos de producción o en caso de ser industrial municipal, al cumplimiento de la norma oficial mexicana 001 o a las condiciones particulares de descarga (Art. 57 fracc. I letra c y fracc. V letra b) (Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, 1994).

El área jurídica, finalmente, es la encargada de dar seguimiento y contestación a los litigios que, por materia de impugnaciones se tramitan por la imposición de sanciones a través de los diversos medios optativos: recursos de revisión, juicios de

nulidad y juicios de amparo (Art. 43 fracc. II, letra c y f; Art. 45 frac. IV y IX) (Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, 1994).

Se puede apreciar, conforme a lo anterior, que la autoridad competente en aguas residuales y particularmente en sanciones por sus descargas, esta depositadas en una subdirección, no obstante, en el círculo práctico, intervienen otras áreas que, por su multidisciplinariedad y aporte técnico, coadyuvan a la causa de la defensa de los cuerpos de agua en sus diferentes niveles administrativos, ya sea nacional, regional o estatal.

Aunque el seguimiento de los procesos administrativos sancionatorios recae exclusivamente en el departamento de calificación de infracciones, adscritos a la subdirección de administración del agua, estos pueden enfrentarse a diferentes factores técnicos-administrativos y jurídicos que pueden retrasar y en todo caso pausar los efectos buscados.

Así, elementos como la gobernabilidad, la descentralización, la gestión integral de los recursos hídricos, entre otros, deben sopesar las limitantes a las que se sujeta este órgano y demás dependencias a través de reformas integrales que faciliten funciones no solo del órgano desconcentrado de la SEMARNAT sino demás organismos estatales y municipales en el manejo del recurso hídrico en el país.

## **Apartado IV. Facultad Sancionadora del Estado: Principios, Procedimientos y Régimen de Multas**

El presente capítulo estará conformado por algunos rubros necesarios para la comprensión de la teoría de las sanciones y su impacto en el modelo ambiental mexicano. La facultad potestativa del estado, como eje inicial, sus principios y el procedimiento sancionatorio en materia de descargas de aguas residuales, son algunos de los tópicos abordados en el contenido del presente apartado.

Las sanciones, históricamente se conocen como aquella carga que se impone por el incumplimiento de alguna normatividad, regla o estatuto. Su doble fin, preventivo y *ex post*, han de utilizarse para lograr en la medida de lo posible disuadir la conducta infractora o castigar la acción u omisión en el marco jurídico. El hecho de contar con sanciones, lleva originalmente a la existencia de una normatividad que estipula ciertos lineamientos y regula la conducta de las personas, lo que originalmente se le conoce como Derecho y que implica entonces, un medio necesario para poder controlar dentro del marco de lo estipulado, el hacer y dejar de hacer de las personas en el medio que se desenvuelven.

Comúnmente, las sanciones se encuentran asociadas con la cuestión legal y más particularmente con la parte penal, rama del derecho que priva de la libertad a una persona si comete un delito, sin embargo, las sanciones tienen también otro enfoque, como el que aquí se ocupa, que es el administrativo al servicio del derecho ambiental.

Las sanciones, conocidas en la doctrina del derecho como contravenciones o faltas, son aquellas violaciones a la disposición jurídica, por desobedecer lo que en ellas contiene (lo que se ordena y lo que se prohíbe), y se sancionan por la autoridad facultada a través de un procedimiento administrativo, mediante un apercibimiento, amonestación, suspensión, inhabilitación, multa e incluso, hasta arresto. Son, en

términos simples, los instrumentos de control que coadyuvan con el cumplimiento o incumplimiento de las normas (Delgadillo y Lucero, 1991).

En condiciones parecidas, Martínez considera que las sanciones son aquellas transgresiones de una ley, de una norma jurídica, moral, lógica o doctrinal teniendo como objeto primordial garantizar su acatamiento a quienes se dirige, por lo que dicha tarea, ratifican su inherencia al derecho (2014).

En un criterio más ortodoxo, (Kelsen, citado por Martínez, 2014), estima que la sanciones son el elemento diferenciador entre el derecho y la moral, donde su apéndice es un acto coactivo de amenaza que pueda ser, dependiendo de la gravedad, desde una multa hasta la privación de la libertad.

En palabras de (Carretero y Carretero) son:

“[...] mal jurídico que la administración inflige a un administrado, responsable de una conducta antecedente. Son penas en sentido técnico impuestas por la administración, utilizando sus prerrogativas y por ello, por medio de actos administrativos ejecutivos, de modo que la realización de las sanciones es normal en todos los actos administrativos” (1995:172)

García Máñez, uno de los iconos del derecho en México, considera que la sanción debe entenderse como “la consecuencia jurídica que el incumplimiento de un deber produce en relación con el obligado, a efecto de mantener la observancia de las normas, reponer el orden jurídico violado y reprimir las conductas contrarias al mandato legal” (2002:295), además estima que existen diversos tipos de sanciones, de acuerdo a las ramas del derecho (administrativa, civil penal, mercantil) o por su finalidad, que es la que tiene mayor preferencia.

Respecto al tipo de sanciones, Delgadillo, considera que existen tres tipos de sanciones, las administrativas que son las que aplican al proyecto de investigación,

contravencionales y las disciplinarias. Las contravencionales, se refiere a la conducta imputable a una persona, por su acción u omisión que constituye una situación antijurídica, la cual puede capitalizarse mediante amonestación, apercibimiento, multa, arresto y clausura. Las disciplinarias, por su parte, están enfocadas a los servidores públicos y se formaliza por un apercibimiento público, amonestación y suspensión (2003).

Siguiendo con esta línea conceptual, las sanciones, de acuerdo con Bermúdez (histórico pilar del derecho administrativo), deben entenderse desde la noción amplia y noción estricta: la primera se refiere a “aquella retribución negativa dispuesta por el ordenamiento jurídico como consecuencia de la realización de una conducta” (1998:323). Este tipo de sanción en el sentido amplio, se configura no solamente en un acto pecuniario o una infracción, sino que puede capitalizarse con una resolución de contenido negativo que pueda implicar una situación no deseada.

La noción estricta de la sanción, está compuesta por algunos elementos, que son necesarios mencionar: vinculación a una infracción administrativa, la consagración en el ordenamiento jurídico, tramitación de un procedimiento y la responsabilidad (Bermúdez, 1998).

1. Vinculación a una infracción administrativa. Se refiere a que cualquiera que no sea aquella sanción tipificada en un orden jurídico por la comisión de una infracción, será una sanción en sentido amplio. Se considera sanción, si solo se trata de un incumplimiento de una situación en algún ordenamiento jurídico, si no está tipificado como una falta que provoca una consecuencia, por lo que incluso se le considera como un instrumento de gestión pública. En *strictu sensu*, no se trata de sanción cuando se está frente una vulneración al ordenamiento jurídico, si no está tipificado como tal.
2. La consagración en el orden jurídico. De forma más simple, este elemento del concepto, indica que debe estar expreso en el instrumento legal.

3. La tramitación de un procedimiento sancionador. Elemento del concepto que exhorta, a que la sanción, por un lado, deba aplicarse por administración pública, de acuerdo a sus competencias y previa tramitación de un procedimiento administrativo, que incluye diferentes etapas donde se imputa una infracción, donde existe un periodo de pruebas y alegatos y finalmente una resolución.
4. La responsabilidad. Fracción que debe tomarse en cuenta para la elaboración del concepto estricto ya que tiene un sentido más amplio que permite sancionar a las personas físicas y morales, en lugar de la culpabilidad.

Agrupando los conceptos mencionados, puede concluirse que las sanciones son aquella retribución negativa o represiva de los derechos de una persona, determinada por un órgano administrativo y considerado responsable de la comisión de una infracción (ilícito) previo procedimiento administrativo.

Conceptualizada las sanciones, es válido, en ese mismo tenor, hacerse el cuestionamiento siguiente: ¿Quién o quiénes están facultados para imponer las sanciones? La potestad sancionadora o derecho sancionador, dan respuesta a dicha pregunta, ya que de ahí emanan las razones y justificaciones jurídicas de quien implementará las sanciones administrativas desde el poder público.

## 2.25 La facultad potestativa del Estado - El derecho sancionador

El poder que nace del Estado, como ente que genera situaciones jurídicas entre las que se encuentra las sanciones, emana principalmente del contrato social, aquella situación en la que los individuos renuncian a sus garantías individuales y las depositan en este aparato para garantizar sus derechos sociales y tener una organización política.

Esta facultad del Estado, de garantizar los derechos y con ello las normas que se legislan para una mejor convivencia social, se encuentra depositada en el principio *ius puniendi*, latinismo utilizado para otorgar al Estado como el sujeto sancionador a través de la administración pública.

La acción punitiva del Estado (*ius puniendi*), Jaime Ossa la define como:

“[...] una atribución propia de la administración que se traduce en la posibilidad jurídica de la imposición de sanciones a los particulares y aún a los funcionarios que infringen sus disposiciones, o sus servidores que, en el ejercicio de sus funciones, transgreden sus mandatos o desconocen sus prohibiciones” (2000:126).

Con la entrega de este poder fáctico, el Estado goza de plena potestad para el ejercicio de protección de las normas y derechos de los ciudadanos, al margen del Estado de Derecho, donde se sobrepone una limitación del poder del Estado por el mismo derecho, incluido la atribución de castigar o sancionar. Al respecto (Gandasegui, 1958) estima difícil delimitar los alcances de la potestad al tenor de salvaguardar los fines que tiene encomendados en contraste con las garantías de los administrados que deben ser respetadas, lo cual constituye los límites de la potestad sancionadora.

Considerando que la potestad o derecho sancionatorio emana del contrato social, la misma Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, hace expresa dicha facultad a través de los artículos 21 y 22, que, dada su importancia, es necesario citar.

“Artículo 21. Compete a la autoridad administrativa la aplicación de sanciones por las infracciones de los reglamentos gubernativos y de policía, las que únicamente consistirán en multa, arresto hasta por treinta y seis horas o en trabajo a favor de la comunidad; pero si el infractor no pagare la multa que

se le hubiese impuesto, se permutará está por el arresto correspondiente, que no excederá en ningún caso de treinta y seis horas” (CPEUM, 1917:25)

Artículo 22. “Quedan prohibidas las penas de muerte, de mutilación, de infamia, la marca, los azotes, los palos, el tormento de cualquier especie, la multa excesiva, la confiscación de bienes y cualesquiera otras penas inusitadas y trascendentales. Toda pena deberá ser proporcional al delito que sancione y al bien jurídico afectado” (CPEUM, 1917:25).

En este sentido, Valadés y Gutiérrez (2001) destacan que estas disposiciones constitucionales garantizan el principio de seguridad jurídica, delimitando las facultades de la autoridad administrativa en materia sancionadora. En particular, subrayan que la autoridad solo puede imponer sanciones dentro del marco normativo establecido, restringiéndolas a multas y prohibiendo, conforme al artículo 22, la aplicación de multas excesivas. Este principio no solo protege a los ciudadanos de abusos en la imposición de sanciones, sino que también establece un equilibrio entre la potestad sancionadora del Estado y los derechos fundamentales de los gobernados.

Aunque se ha puesto en discusión esta facultad como sustituta del poder judicial en su división de poderes en México, lo cierto es que, como se hace referencia, la autoridad administrativa observa el cumplimiento de sus marcos normativos aplicando sanciones, sin que esto implique en alguna medida la usurpación de funciones. En todo caso, dicho poder revisa si, en esa aplicación de sanciones, la autoridad se apegó a derecho y vigiló el cabal cumplimiento de las garantías de los afectados.



## 2.26 Los principios de la potestad sancionadora

Considerando los fundamentos, alcances y limitaciones de la facultad potestativa del Estado, a continuación, se presentarán los principios que la rigen, con el fin de precisar sus características generales y fortalecer el marco teórico sancionatorio.

A pesar de que existe un alto contenido del derecho penal en el administrativo, no deben confundirse los principios que lo rigen y menos aún los principios que rigen las sanciones administrativas, ya que como menciona Cordero, los principios permiten superar el legalismo y son pieza clave para las soluciones razonables que emanan de las normas positivas (2014).

Algunas clasificaciones, las cita Vergara, quien considera que la legalidad, tipicidad, culpabilidad, *non bis in idem* y proporcionalidad, son principios rectores de los actos sancionadores (2004). Parecido en esencia, Cordero, por su parte, estima que los principios que rigen las sanciones administrativas son la legalidad, reserva legal, tipicidad, culpabilidad, proporcionalidad, responsabilidad, *non bis in idem* e irretroactividad (2014).

Con un enfoque ambiental pero alineado a lo antes planteado, (Rebollo *et al.*, 2010), manifiesta que los principios rectores de las sanciones administrativas versan sobre la base de la legalidad, tipicidad, irretroactividad, culpabilidad, proporcionalidad, prescripción y *non bis in idem*. Por su parte, Bermúdez distingue los principios de legalidad, reserva legal, tipicidad, culpabilidad, “*non bis in idem*” y proporcionalidad, además de indicar algunas reglas para la imposición de la sanción (1988).

Luego de una revisión exhaustiva de diferentes posturas, se considera apropiado seguir la propuesta conceptual de los principios de Bermúdez, ya que, además de ser considerado como un pilar en el mundo del Derecho Administrativo a nivel Latinoamérica, sus pronunciamientos han sido en la mayoría de las ocasiones

citados por los otros autores, de ahí que, a fin de evitar caer en las absurdas repeticiones es menester tomar como eje, lo referido por dicho autor.

#### 2.26.1 Principio de legalidad

Considerado como la vértebra del actuar estatal, este principio versa sobre la redacción de la norma, esto es cuando haya sido expresamente atribuida en la ley, la fuerza del Estado a través de sus órganos de gobierno, podrá exigir a través de sanciones, el cumplimiento de la ley.

La habilitación de esta actuación, como menciona (Cordero, 2014) solo se puede ejercer cuando expresamente se le atribuyen las potestades y atribuciones en la Carta Magna, como es el caso de los artículos constitucionales 21 y 22 y, Leyes Federales. Tratándose de la potestad sancionadora, se dice entonces que la autoridad administrativa sólo podrá ejercer su poder cuando expresamente lo indique la Constitución y leyes secundarias, de otro modo, estaríamos en un antónimo del principio: la ilegalidad.

Este análisis, Aguilera lo encausa expresando:

“El fundamento jurídico de una buena administración pública descansa en el principio de legalidad y principio de competencia. El Estado de Derecho se caracteriza fundamentalmente por el principio de legalidad, por ello, toda autoridad que pretende actuar lo debe hacer bajo el fundamento legal y el principio de competencia” (2010:92).

El principio de legalidad se puede encontrar también, desde esa noción del derecho sancionador, en el artículo 16 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que a la letra dice: “Nadie puede ser molestado en su persona, familia, domicilio, papeles o posesiones sino en virtud de mandamiento escrito de la

autoridad competente, que funde y motive la causa legal del procedimiento”. (CPEUM,1917:17).

Este principio, implica, que todos los actos del Estado deben estar debidamente fundados y motivados en una norma jurídica, expedida de conformidad con la Constitución, con la intención de dibujar una frontera de certeza jurídica al garantizar que los órganos de Estado actúan con fundamento en un instrumento jurídico (García, 2011).

Siguiendo esta sinergia teórica, el principio de legalidad tiene la doble función de proteger los derechos fundamentales de los ciudadanos y limitar la actividad punitiva del Estado, al ser el garante de establecer los límites al ejercicio del poder público (Bergalli, 1998; Gomóra, 2019).

Así, en relación con lo antes revisado, se puede concluir que el principio de legalidad en la potestad sancionadora somete a la administración pública a actuar dentro de sus atribuciones y competencias sin rebasar las que expresamente se hayan establecido en el ordenamiento jurídico.

#### 2.26.2 Reserva legal

Este principio, que deviene del anterior, es la formalización de protección al gobernado, al prever en la norma jurídica, las infracciones y sanciones que, de origen legislativo, serán perseguidas por el Estado en cumplimiento de sus funciones.

De acuerdo con Bermúdez, este principio se configura cuando la norma creadora de sanciones es de rango legal y procederá por la comisión de una infracción expresamente relacionada en la norma jurídica<sup>10</sup>, teniendo como alcance la

---

<sup>10</sup> En este contexto, la falta de técnica legislativa se ha evidenciado en los últimos años debido a la correlación de estos dos elementos infracción - sanción, provocando la nulidad de las sanciones por los tribunales administrativos y fiscales.

colaboración reglamentaria, que sirve para precisar acciones de la norma, se evite transformar la naturaleza de las sanciones y se alteren los límites de las mismas.

Los reglamentos de la ley, según la doctrina, permiten dar mayor seguridad jurídica al gobernado en esa calidad sancionadora y limita el rango de la discrecionalidad para la fijación de la cuantía de las sanciones que se imponen. En un sentido opuesto a este pronunciamiento, en cuanto a la emisión de sanciones e infracciones en instrumentos jurídicos que no sean leyes, Roldán, explica que perjudican la actuación del Estado y resulta violatorio de derechos de los gobernados (2018).

Concebido esto, desde un enfoque más positivo, lejos de la crítica que pudiera generar, la reserva de ley, como sostiene Carlos Villanueva, es la parte toral de la conducta formulada en la ley y, mientras no tengan un desarrollo autónomo y desvinculado de lo establecido respecto a las obligaciones cuyo incumplimiento lleve a una conducta infractora del ordenamiento legal primigenio, este principio prevalece (2020).

### 2.26.3 Principio de tipicidad

En una línea de principios en la que se blindo el tema de la acción con la sanción, pasando por la legalidad y a la reserva legal, para efectos de dar seguridad jurídica al gobernado, este principio es la descripción de una conducta específica que trae consigo una sanción, relacionándose en ese sentido con la taxatividad, que delimita y precisa el contenido de las conductas y su pena (Morales, 2012).

Para este principio, según Bermúdez, su configuración depende de la delimitación por la ley de las sanciones, a través de su contenido y prohibición de la actividad analógica, que no es otra cosa que la aplicación de las sanciones vinculadas a infracciones no expresas o parecidas (2011; 2013).

Fundado en lo anterior, este principio de tipicidad delimita aún más la función del Estado frente a posibles infractores de las legislaciones secundarias, otorgando así seguridad jurídica a los gobernados y limitando en mayor medida la facultad discrecional en sus funciones del ente sancionador.

#### 2.26.4 Principio de culpabilidad

En materia administrativa la culpabilidad, se asocia con el grado de responsabilidad cuando la infracción se cometa con dolo o culpa, esto debido a que la finalidad del derecho administrativo sancionador es la intangibilidad del marco jurídico con carácter preventivo (Bermúdez, 2011).

A esta relación de culpabilidad ya sea por dolo o culpa, que implique la intervención por vulnerar la ley, incluso por negligencia o imprudencia del acto, se le conoce como imputación objetiva, se llama imputación subjetiva cuando no puede haber sanción sin la existencia de tales imputaciones.

En este escenario, sale a la luz los principios de presunción de inocencia y *nula pena sine culpa*, que por su naturaleza implica, el primero, que la carga de la prueba recaerá en el gobernado, donde demostrará a través de las etapas del procedimiento que la conducta que se le atribuye es falsa, ello no conlleva que la administración pública no pueda exhibir y atribuir la responsabilidad al administrado en el supuesto de una infracción (Laínez, 2016).

Respecto del segundo, (*nula pena sine culpa*), no puede haber sanción si no hay imputación, a este se le asocian algunas causales que eximen de responsabilidad como son las causas de fuerza mayor o caso fortuito. En conclusión, el principio de culpabilidad del poder sancionatorio, Laínez, lo aprecia de la forma siguiente:

“[...] es aquel que supone la imputación al administrado de dolo o culpa en la conducta sancionable; y bajo tal perspectiva, sólo podrán ser sancionadas

por hechos constitutivos de infracción administrativa las personas físicas o jurídicas que resulten responsables de las mismas, y a quienes se compruebe dicho vínculo de culpabilidad, no siendo aceptable la potestad sancionatoria basada en el mero incumplimiento de la norma...” (2016:125,126)

La culpabilidad, como principio de la potestad sancionadora, debe tener un peso especial, aunque se tutelan bienes públicos por la naturaleza del derecho, lo cierto es que se ha aminorado su importancia dando oportunidad a que la discrecionalidad por la falta técnica de la razón objetiva que se trate o se observe, propicie a la continuidad del ilícito. Este principio, aunque proviene de la causa penal, no es susceptible de modificarse, por ello resulta más viable reformar otras áreas como la multa económica al tenor de la teoría de la sanción óptima<sup>11</sup>.

#### 2.26.5 Principio de *non bis in idem*

Este principio básicamente se encarga de garantizar que el gobernado no sea sancionado dos veces o más por un mismo ilícito o hecho. Esta situación se puede actualizar ya sea de forma simultánea o sucesiva. Además, ventila sus dos objetivos, uno, evitar que un mismo hecho sea sancionado múltiples veces y segundo, se sigan dos etapas sancionadoras simultáneamente.

Para que pueda actualizarse este principio, es necesario que activen la triple identidad: el “sujeto, el hecho y su fundamento” (Bermúdez, 2011:288). Considerando lo anterior, no procederá la sanción, justificado este principio, cuando se trate de un mismo bien jurídico, la sanción esté contenida en el mismo cuerpo legal y haya causado estado una sanción, es decir, ya haya sido ejecutada.

---

<sup>11</sup> Se refiere a la penalización que minimiza el costo total de los delitos, incluyendo tanto los costos de imponer sanciones como los costos de los delitos mismos. Este concepto se basa en que las sanciones deben ser suficientemente severas para disuadir el comportamiento delictivo, pero no tan severas que se vuelvan ineficientes o injustas (Becker, 1968; Polinsky y Shavell, 2000).

Más que salvaguardar el bien jurídico tutelado, el principio, en materia administrativa adopta un rol protector al gobernado a fin de generar certeza y seguridad jurídica. Considerando los parámetros que sugiere Bermúdez, es necesario hacer el siguiente cuestionamiento ¿La reincidencia, como una de las características que tiene la sanción, cuándo se configura?

Si partimos que nadie puede ser castigado dos veces por el mismo hecho, la reincidencia ¿Cuándo cobra efectos? ¿En qué términos? Esta situación, puede generar al mismo tiempo, confusión e incertidumbre jurídica, lo que, en todo caso, resultaría beneficioso para el gobernado, en razón de que, una vez sancionado, podría incurrir en el mismo hecho y hacer valer este principio.

#### 2.26.6 Principio de proporcionalidad

Este principio, fundamenta que la sanción aplicable por el ilícito o infracción será en función a la entidad o cuantía que ha tenido la infracción (Bermúdez, 2011). Con un doble aspecto, la proporcionalidad busca, que la cuantía de la sanción, no sea de un importe menor que el gobernado prefiera continuar con la infracción, pero tampoco tocar el extremo de ser exorbitante e impagable por el mismo (Gómez, 2020).

La proporcionalidad, constituye un límite para la discrecionalidad en el buen manejo e implica encontrar una solución justa al amparo de la comprensión de la entidad y gravedad de la sanción. Esto nos lleva a que su aplicación puede ser algo compleja, por ello se aconseja tomar en cuenta, para su determinación y sanción, algunos elementos como la regla de la sanción mínima, (una sanción inferior al beneficio obtenido por el infractor), gravedad de la infracción, (trascendencia o peligro que supuso la infracción) daño causado, (efectos y cuantía), situación económica del infractor, (riqueza del infractor) y la intencionalidad, que es equiparable al dolo y la reincidencia (conducta realizada y castigada con anterioridad) (López, 1998; Cordero, 2020; Tirado, 2011; Ramírez, 2020).

Respecto a los elementos comunes, algunos autores como Gómez C., considera que, por su naturaleza, es decir, proveniente del derecho administrativo, la potestad sancionadora en su principio de proporcionalidad sólo debe acudir a la gravedad de los hechos de las infracciones:

“Es necesario señalar que la proporcionalidad de las sanciones administrativas no se rige por los principios tributarios de proporcionalidad, capacidad contributiva y equidad, aplicables a las contribuciones, en tanto que, en el caso de las infracciones administrativas, estamos en presencia de figuras de naturaleza distinta, que derivan del incumplimiento a normas legales, por lo que para medir la proporción de éstas, en su cuantificación, debe tenerse en cuenta la gravedad de los hechos constitutivos de las infracciones cometidas” (2020:11)

Los principios de las sanciones, como se advierte, son fundamentales para garantizar la justicia, la equidad y la transparencia en la aplicación del derecho administrativo, en suplencia del derecho ambiental. De igual forma, fungen como ejes para aplicar de manera proporcional y razonable las sanciones evitando arbitrariedades y abusos de poder por parte de las autoridades, fortaleciendo en esa medida la confianza de los gobernados frente a las instituciones y el sistema administrativo.

## 2.27 Las infracciones y el caso de las descargas de aguas residuales en la Ley de aguas nacionales

Una conducta por acción u omisión, marcada como antijurídica y sancionable, responde al concepto de infracción. Se trata de acción, cuando se involucra un grado de voluntad y de culpabilidad que se refleja en la alevosía y dolo del comportamiento del sujeto, mientras que, por omisión, implica la inacción que tiene un sujeto con un deber jurídico (Gómez, 2020; Delgado, 2011).



Algunos autores como (Carmen, 1997), (Díaz, 2002) y (Gómez y Sanz, 2010) consideran que las infracciones poseen elementos objetivos (tipicidad y antijuricidad) y subjetivos (culpabilidad). El primero (tipicidad), exige que las conductas consideradas ilícitas, deben estar contempladas expresamente en ley, así como las sanciones que se impongan a dichos ilícitos<sup>12</sup>. El principio de antijuricidad, es una característica del desvalor en ojos de un juzgador, por lo que se estima una conducta típica que no se encuentra sujeta a alguna causa justificable (Retting, 2009).

La culpabilidad, como elemento subjetivo de las infracciones, implica una contradicción a la legislación por el sujeto con grado de intencionalidad o en su defecto de negligencia en su actuar; este factor ayuda a la determinación gradual de la sanción que se trate (Silva,2022; Laínez, 2016).

Con base en la teoría de las sanciones y de las infracciones, es necesario señalar el caso particular de las descargas de agua residuales y su hipótesis normativa, es decir, las que contempla la ley de aguas nacionales como conductas contrarias a derecho.

La ley de aguas, como ya se especificó, es el instrumento que regula las aguas y sus bienes públicos inherentes, en ella, se establecen las obligaciones que tiene los agentes económicos al descargar aguas residuales, provenientes ya sean de uso industrial y/o público urbano como así lo establece el artículo 86 de la misma ley, no obstante, el incumpliendo de la misma la legislación hídrica en su artículo 119, establece en sus fracciones I y XV lo siguiente:

---

<sup>12</sup> Tesis I.15o.A.83 A, Semanario Judicial de la Federación y su Gaceta, Novena Época, t. XXVI, septiembre de 2007, p. 2542.

ARTÍCULO 119. "La Autoridad del Agua" sancionará conforme a lo previsto por esta Ley, las siguientes faltas:

- I. Descargar en forma permanente, intermitente o fortuita aguas residuales en contravención a lo dispuesto en la presente Ley en cuerpos receptores que sean bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o el acuífero;
- XV. No cumplir con las obligaciones consignadas en los títulos de concesión, asignación o permiso de descarga; (Ley de aguas nacionales, 1992: 97,98)

Las conductas establecidas en las fracciones citadas establecen, por una parte, la obligación de cualquier persona física y moral, de contar con un permiso emitido por la Comisión Nacional del Agua para realizar el vertimiento de descargas de aguas residuales en cuerpos receptores de propiedad nacional, es decir, aquellos que establece el artículo 27 de la Constitución.

Por otro lado, la fracción XV indica que, no cumplir con algunas de las obligaciones previstas en el permiso de descarga será acreedor a una sanción por parte de la autoridad del agua, que de acuerdo al proyecto que aquí se realiza, una de ellas es ajustarse a las condiciones particulares de descarga o las normas oficiales mexicanas, haciéndose referencia al cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-1996, ahora NOM-001-SEMARNAT-2021, el cual se abordó en líneas anteriores.

Tipificadas las infracciones por descargar aguas residuales, resta por parte de la autoridad del agua federal, verificar la conducta y seguir el procedimiento administrativo conforme a lo establecido en la Ley federal de procedimiento administrativo y dictar, en caso de proceder, la sanción correspondiente a una multa ajustada a la Ley de aguas nacionales.

## 2.28 Procedimiento administrativo de imposición de sanciones

La imposición de sanciones por el incumplimiento de una norma o su desobediencia, tiene como efecto una carga negativa que se consolida a través de las etapas procesales, que en conjunto configuran el procedimiento administrativo, que tiene como propósito fundamental, dar seguridad y legalidad jurídica al gobernado, pero al margen de sus atribuciones en la búsqueda de la protección del bien público.

En una perspectiva más técnica Parejo, considera que el procedimiento administrativo es:

“[...] conjunto de actuaciones efectuadas en orden legalmente predeterminado bajo la forma de actos preparatorios o de trámite y reflejadas documentalmente en los correspondientes expedientes administrativos; actuaciones que se dirigen a preparar y prefigurar la declaración final resolutoria con relevancia jurídica bajo la forma de actos definitivos o resoluciones” (2012: 317).

El alemán Schmidt-Asmann, señala que el procedimiento administrativo debe entenderse como las “[...] secuencias organizadas de obtención y tratamiento de la información bajo la responsabilidad de un ente administrativo”, añadiendo que otorga una “[...]estructura a los múltiples contactos que se producen entre la Administración y los ciudadanos o entre distintas unidades administrativas” (2003: 358).

Por su parte, Camacho indica que el procedimiento administrativo, se adecua el curso que la autoridad debe transitar para tomar una decisión en ejercicio de las potestades otorgadas, el cual se traducirá en un acto administrativo (2019), considerado este, como el espíritu del procedimiento y del actuar del Estado a través de sus órganos.

Es, entonces, una sucesión de actos o trámites destinados al dictado de un acto terminal, siendo el acto, tanto el fin como la finalidad del procedimiento (Bocksang, siguiendo a Soto, 2020), teniendo que perseguir, para su configuración 3 principios fundamentales, a) sobre la iniciación, si es a petición de parte u oficio, b) lo atinente al desenvolvimiento procesal, que incluye los principios de formalidad, celeridad, economía, eficacia, principio contradictorio, publicidad e imparcialidad y, c) lo relacionado a lo decisorio, es decir silencio administrativo o resolución que puede llevar a una sanción (Pérez, 2020).

Los actos administrativos alcanzados por el poder del Estado a través de su voluntad administrativa, se puede lograr, mediante el procedimiento administrativo, el cual debe respetar en todo momento las formalidades y con ello las garantías contenidas en el artículo 14 y 16 Constitucional, esta exigencia legal, provoca que los actos no deben improvisarse y divorciarse al mismo tiempo de la obligación de perseguir la protección del interés general.

Además de las formalidades que se pueden encontrar en la Ley federal de procedimiento administrativo<sup>13</sup> la doctrina suma a ellos los principios de contradicción (que puedan ser oídos y vencidos), de gratuidad (sin costos por los procedimientos desahogados), oficialidad (refiriéndose a la obligación dado el interés público perseguido) y *in dubio proactione* (que implica la acción más favorable y garantías posibles en la decisión del estado).

La Ley federal de procedimiento administrativo, publicada el 4 de agosto de 1994 en el Diario Oficial de la Federación, prevé las etapas a que deberá sujetarse el Estado para expresar su voluntad administrativa y que consta, de un inicio de procedimiento, apertura para alegatos, cierre de instrucción y resolución.

---

<sup>13</sup> Que establece los mecanismos, actos, procedimientos y resoluciones de la administración pública federal centralizada en México, a través de sus órganos.

El procedimiento administrativo seguido por la Comisión Nacional el Agua por descargar aguas residuales, se ajusta a lo expresado en la Ley federal de procedimiento administrativo, el cual se describe a continuación:

Inicio de procedimiento. - Posterior a la visita de inspección (analizado a supralíneas), personal del departamento de calificación de infracciones de la CONAGUA, procede al análisis y estudio del acta de visita y sus anexos para verificar si existen conductas susceptibles de alguna sanción y dar inicio al procedimiento sancionatorio. El caso que aquí se atiende sería si, la descarga de aguas residuales posee el permiso del organismo federal o si cumple con las obligaciones previstas en su permiso de descarga, ya sean los parámetros particulares o las sujetas a la norma oficial mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, ahora NOM-001-SEMARNAT-2021.

De resultar que la persona inspeccionada es presuntamente responsable de actualizar alguna de las hipótesis normativas, se le otorga un periodo de 15 días para que pueda desvirtuar la imputación de la falta a través de diferentes tipos de pruebas (Art. 72) (Ley federal de procedimiento administrativo, 1994).

Apertura de alegatos.- Concluido dicho plazo de prueba, la CONAGUA dará un término de 10 días para que él o los presuntos responsables de la descarga, emitan sus alegatos, entendidos estos como aquellas conclusiones que permiten convencer al servidor público calificador, de que las pruebas presentadas son suficientes para declararlo inocente o no culpable de la falta que se le atribuye, por lo que invariablemente dependen del adecuado cuidado, claridad y precisión con que se preparen (Ovalle, 2004).

Cierre de instrucción. - Fenecido el término de 10 días, se da por concluida la instrucción sin ulterior acuerdo, donde se pone fin a la etapa probatoria-alegatos y con lo disponible, la autoridad a través de su servidor público, determina si existe

una vulneración a la fracción I y XV de la Ley de aguas nacionales en un periodo no mayor a 3 meses, a fin de dar seguridad jurídica al gobernado.

Resolución.- Concluida la etapa probatoria y de alegatos, la autoridad emitirá una resolución con sanción o sin sanción donde motive y funde las razones de su decisión, cumpliendo con los extremos del artículo 3 de la Ley federal de procedimiento administrativo: indicar el lugar y fecha, ser expedido por un órgano competente, tener objeto, cumplir con la finalidad del interés público, estar por escrito y con firma autógrafa de la autoridad que lo emite (CONAGUA), estar debidamente fundado y motivado, sujeto a las disposiciones relativas al procedimiento administrativo, ausente de dolo o error, y haciendo del conocimiento los medios de impugnación al alcance del afectado.

El Cuadro 11, resume por etapas el procedimiento sancionadore seguido por la CONAGUA por violación a alguna de las fracciones previstas el artículo 119 de la Ley de aguas, incluida la de descargas de aguas residuales.

**Cuadro 11. Procedimiento sancionador por descargas de aguas residuales**

| <b>Etapas Procesales</b>                         | <b>Resumen jurídico</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Características</b>                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Plazos legales</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Inspección/<br>Procedimiento<br>Verificador      | Etapa en la que se verifica ocularmente las condiciones físicas de la presunta descarga de aguas residuales. Se elabora un acta circunstanciada de hechos observados.                                                                                                                                                                                   | Se revisa si existen descargas de aguas residuales en el lugar objeto de la visita y se anotan las características (tipo de descarga, proceso, cuerpo receptor, conducción, etc.) Se toman muestras físico-químicas por medio de personal certificado adscrito a la CONAGUA o contratado. | El presunto responsable cuenta con un plazo de 5 días hábiles posterior a la visita, para señalar y presentar lo que a su derecho convenga respecto a la diligencia. Art. 68 de la Ley federal de procedimiento administrativo. La Comisión Nacional de Agua, cuenta con un término no mayor a 3 meses para determinar si cierra el procedimiento verificador por falta de pruebas o no encontrar alguna vulneración a la Ley de aguas nacionales o continuar con el procedimiento sancionador. Art. 60 de la Ley federal de procedimiento administrativo. |
| Inicio de<br>Procedimiento<br>Administrativo IPA | Se hace del conocimiento al responsable de la conducta que presuntamente esta vulnerando (fracción XV del artículo 119 de la Ley de aguas nacionales) y de las sanciones económicas y no económicas a las que puede ser acreedor.                                                                                                                       | En esta etapa se da oportunidad al presunto responsable ambiental de presentar toda clase de pruebas, excepto la confesional de las autoridades. Art. 50                                                                                                                                  | De acuerdo al artículo 72 de la ley procedimental, se otorga un término de 15 días hábiles contados a partir del día siguiente de la notificación del documento, para presentar las pruebas de conveniencia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Alegatos                                         | Fenecido el plazo para presentar pruebas, dentro del procedimiento administrativo, se emite acuerdo para que el procesado exponga sus alegatos dentro los 10 días posteriores a partir de la notificación del acuerdo. En este mismo documento, se exhorta al imputado que concluido el plazo, se dará por cerrada la instrucción sin ulterior acuerdo. | Dicha etapa procesal puede o no ser aprovechada por el procesado administrativo, (optativo).                                                                                                                                                                                              | Se otorga un plazo de 10 días hábiles contados a partir del día siguiente de la notificación de la acuerdo para emitir alegatos (Art. 56 de la Ley federal de procedimiento administrativo).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Resolución                                       | Considerando todos los elementos aportados durante el procedimiento administrativo, la CONAGUA se pronuncia imponiendo una sanción económica o no, así como también imponer una de tipo no económica, como puede ser la clausura temporal o definitiva de las descargas de aguas residuales.                                                            | La multa se impone con fundamento en el artículo 120 de la Ley de aguas nacionales, tomando en cuenta la reincidencia, la gravedad del asunto y la situación económica del infractor. Fracción I, II y IV, Art. 120 de la Ley de aguas nacionales)                                        | Se otorga un plazo de 3 meses para que la CONAGUA, determine la situación jurídica del procesado, es decir, si es culpable o no de imponer una multa económica y no económica (Art. 17 de la Ley federal de procedimiento administrativo).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

Fuente: Elaboración propia a partir de (Ley federal de procedimiento administrativo, 1994b)

El seguimiento legal por la supuesta falta a la Ley de aguas nacionales, a través del procedimiento administrativo, implica un alto grado de responsabilidad y compromiso por el Estado, a través de su órgano competente. Con independencia

si el procedimiento concluye en una resolución con o sin sanción, el inicio de procedimiento legal, al tenor del respeto de los derechos fundamentales del imputado, garantiza la labor gubernamental de mantener los cuerpos de agua en estado óptimo.

## 2.29 Multas por descargas de aguas residuales en Michoacán

Las multas, responden inicial y exclusivamente a aquellas medidas correctivas que se aplican cuando los instrumentos preventivos y de control no han funcionado, por lo tanto, es un mecanismo *a posteriori*. Este tipo de sanción pecuniaria, logra imponerse, previo procedimiento administrativo (García, 2017; Revuelta y Verduzco, 2013).

La resolución que pone fin al procedimiento de referencia puede contener o no, una multa como sanción a una conducta infractora después de ser valorados todos los elementos presentados durante las etapas legales, precisando en su contenido, las razones de la decisión gubernamental y la fundamentación legal para hacerlo (Art. 57 fracc. I, 59 y 61) (Ley federal procedimiento administrativo, 1994b).

En el caso de los vertimientos de aguas residuales previsto como infracción en el artículo 119, fracciones I y XV de La Ley de aguas nacionales, la misma ley establece las multas y los elementos para imponerlas, a saber:

“ARTÍCULO 120. Las faltas a que se refiere el Artículo anterior serán sancionadas administrativamente por "la Autoridad del Agua" con multas que serán equivalentes al valor diario de la Unidad de Medida y Actualización vigente en el momento en que se cometa la infracción, y en las cantidades que a continuación se expresan; lo anterior, independientemente de las sanciones estipuladas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley de Bienes Nacionales y Ley Federal de Metrología y



Normalización y sus reglamentos, las Normas Oficiales Mexicanas, el Código Penal Federal y demás disposiciones aplicables en la materia:

- I. 260 a 1,950 Unidades de Medida y Actualización, en el caso de violación a las fracciones X, XI, XVI, XXI y XXII;
- II. 1,560 a 6,500 Unidades de Medida y Actualización, en el caso de violaciones a las fracciones I, VI, XII, XVIII y XIX, y
- III. 1,950 a 26,000 Unidades de Medida y Actualización, en el caso de violación a las fracciones II, III, IV, V, VII, VIII, IX, XIII, XIV, **XV**, XVII, XX, XXIII y XXIV” (Ley de aguas nacionales, 1992: 99)

En el caso de incurrir, por parte de los agentes económicos, en la fracción I del artículo 119 (descargar aguas residuales sin un permiso de la CONAGUA), podrán ser sancionados con una multa, que va de los 1,560 a 6,500 UMAS<sup>14</sup>, esto es una multa de \$ 161,834.4 (ciento sesenta y seis mil ochocientos treinta y cuatro 04/100) a los \$ 674, 050.00 (seiscientos setenta y cuatro mil cincuenta pesos 00/100).

Respecto a la infracción XV, las personas físicas y morales, podrán ser sancionados con una multa que va, de los 1,9500 a 26,000 UMAS<sup>15</sup>, esto es una multa de \$ 202,293.00 (doscientos dos mil doscientos noventa y tres pesos 00/100) a los \$ 2,697,240.00 (dos millones seiscientos noventa y siete mil doscientos cuarenta pesos cincuenta pesos 00/100).

La determinación mínima y máxima de la multa, estará sujeta a los elementos que establece el arábigo 121 de la legislación en estudio:

---

<sup>14</sup> Unidad de medida y actualización del año 2023, publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

<sup>15</sup> Unidad de medida y actualización del año 2023, publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

ARTÍCULO 121. Para sancionar las faltas a que se refiere este Capítulo, las infracciones se calificarán conforme a:

- I. La gravedad de la falta;
- II. Las condiciones económicas del infractor;
- III. Derogada, y
- IV. La reincidencia.

Es necesario puntualizar que, a pesar de que existen parámetros para determinar entre una multa mínima y una máxima, en la práctica, la Comisión Nacional del Agua, invariablemente sea grave el asunto, la capacidad económica del infractor y la reincidencia de dicha conducta, es impuesta la multa mínima en obediencia al criterio sustentado por el Poder Judicial de la Federación (PJF) en su Tesis 2a./J. 127/99.

Este criterio como asegura Gómez, obliga a que los legisladores incrementen los parámetros establecidos en la multa mínima irracionalmente, perdiendo el propósito disuasorio de la misma para convertirlo en un objeto recaudatorio (2020). Dejando de lado las razones jurídicas o técnicas, la determinación burocrática de la multa mínima, puede ser un factor determinante para que los agentes económicos, consideren seguir contaminando debido al monto, es decir, después de haber realizado un análisis de costo-beneficio, el agente pueda optar por seguir contaminando en lugar de mejorar sus procesos productivos o echar andar una planta tratadora de aguas residuales, como así se sostiene en la teoría económica del delito y las sanciones óptimas (Dávila, 2012).

Algunos trabajos como los de (Maia *et al.*, 2012), (Gorman y Ruggiero, 2009), (García y Rosales, 2010), (Richard y Diaz, 2018), (García y Castro, 2007), (Valencia, 2022), (Falavinga e Ippoliti, 2023), (Deyneli, 2012) y (Pastor y Torres, 2018), son muestra de que, el número de sentencias, resoluciones emitidas, veredictos, casos resueltos o stock de casos finalizados durante un periodo de tiempo determinado, ayudan a conocer la magnitud, conforme al capital humano contratado, del trabajo

consumado derivado de un conflicto legal ambiental detectado, por ello, los órganos de gobierno que implementan este acto administrativo, deben llevar registro de sus indicadores a fin de comprobar, como es el caso, del nivel de eficiencia para la mejora de instrumento de política con efecto positivo en el medio ambiente.

## **Apartado V. Factores prácticos en la implementación de sanciones**

La función burocrática está supeditada a diferentes factores que permiten materializar los objetivos establecidos en la ley. En la medida que se conocen y se analizan éstos, la evaluación toma una trascendencia especial ya que permite identificar cuáles deben mejorarse, aminorarse o erradicarse.

El caso de los instrumentos de control de la política ambiental, como es la imposición de sanciones, necesariamente deben analizarse los elementos que dependen de su capitalización, mismos que pueden ser agrupados en dos factores, jurídicos y técnicos, denominados así, derivado de la experiencia profesional ininterrumpida por 11 años en la administración pública federal, propiamente en la Comisión Nacional del Agua por el que sustenta el presente proyecto de investigación, los cuales se describirán a continuación.

### **2.30 Factores jurídicos**

Debido al gran contenido legal que conllevan los actos administrativos, esto es, por la carga de fundamentación y motivación que implica, por un lado, citar artículos, incisos, subincisos y apartados de las leyes que dan facultad material, territorial y de grado, así como de la técnica jurídica por parte del personal para justificar el por qué y para qué de su actuación, los factores jurídicos son, además los procedimientos administrativos y multas impuestas por la CONAGUA, los siguientes:

#### **2.30.1 Servidores públicos**

Es imprescindible dentro de los factores jurídicos, comenzar con la capacidad del Estado a través de los recursos humanos disponibles con los que pretende lograr

sus objetivos institucionales (Martínez *et al.*, 2018; Repetto, 2004 y Completa, 2017).

La proporción en recursos humanos en materia ambiental, es una pieza clave, máxime cuando los cambios tecnológicos aún no han ejercido la presión necesaria para aminorar el número de empleados (que esto no implica necesariamente mayor eficiencia en el sector público) sin embargo, el número de servidores públicos, refleja de manera subjetiva el alcance, nivel de servicios y bienes públicos que ofrece un Estado (OCDE, 2009; Montesinos *et al.*, 2014).

Esto también lo robustece (Cuenca, 2018) al precisar que depende en gran medida del recurso humano, la capacidad de los gobiernos para brindar un servicio al tenor de una selección de servidores con destrezas, en un lugar y momento demandados. Incluir los recursos humanos que se involucran en la hechura de la política ambiental es necesario para poder medir el nivel de eficiencia que tiene el Estado para controlar la contaminación de los recursos naturales, de ahí, la necesidad y obligación de medir o cuantificar el número de servidores públicos involucrados.

Los inspectores, por una parte, son el personal de primera línea que verifica físicamente el cumplimiento de las leyes ambientales, debido a que representan el lado garante de la política ambiental (Pautz, 2009; Pautz y Rinfret, 2011). Por lo que ve al personal de procedimientos administrativos, son aquellos con conocimiento técnico y jurídico para el desarrollo satisfactorio de las actividades en la materia jurídica; su labor, configura la implementación de la política ambiental y da certeza en la búsqueda de la gobernanza (Conagua, 2020).

### 2.30.2 Inspecciones

Dentro del ámbito administrativo-ambiental, reconocer los indicadores tanto de los procesos de verificación como de sanción, traducido en las inspecciones realizadas, procedimientos iniciados y multas impuestas, permiten identificar, dentro de la

normatividad ambiental, el grado parcial de la eficiencia de los órganos encargados del cuidado de la materia (Azuela, 2006).

La inspección ambiental es una revisión de contenido metodológico que ayuda a determinar el estado en que se encuentra una conducta o actividad y el grado de cumplimiento con respecto a la legislación ambiental, considerando si son adecuados y efectivos para proteger o cuidar al ambiente (Antúñez, 2017).

Este acto de verificación, en palabras de Mendoza y Espíndola, es la visita física que busca constatar el cumplimiento de las obligaciones en materia ambiental (2023) y, se formaliza, con un acta circunstanciada de los hechos encontrados, entre los que se destacan, nombre o razón social del visitado, fecha de inicio y fin de la diligencia, domicilio o ubicación, persona quien atiende la visita, nombre y generales de los testigos, datos relativos a la inspección, declaración del visitado, firma de quienes intervinieron y oficio de comisión que la motivó (Art. 66 y 67) (Ley federal de procedimiento administrativo, 1994b)

El oficio de comisión al que se alude, se trata de una orden de visita debidamente fundada y motivada que presentan los inspectores para realizar el acto de molestia, firmada por la autoridad competente, precisando el lugar o zona a inspeccionarse, el objeto y alcance.

Esta aproximación legal, en el caso de las descargas de aguas residuales seguida por la CONAGUA, es un indicador medular en el estudio del comportamiento de los cuerpos de agua contaminados, ya que refleja el grado de capacidad del estado de vigilar la inobservancia de la Ley de aguas. El registro de las visitas realizadas, materializado en actas de inspección, trasciende en la mejora de la política ambiental.

### 2.30.3 Impugnaciones

Este elemento agrupado al factor de referencia, implica un interés que goza el imputado al momento de transgredir su esfera jurídica por la imposición de una sanción (Fraga, 2000). El número de impugnaciones que se presentan para detener o dejar sin efectos las sanciones administrativas por daño al entorno, recaen en tres medios, el recurso administrativo de revisión presentado ante la autoridad que emitió el acto, el Juicio de Nulidad ante el Tribunal Federal de Justicia Administrativa y el Juicio de Amparo o Juicio de Garantías ante el Poder Judicial de la Federación (Ramírez, 2011; Valenzuela, 2022).

El recurso administrativo de revisión, es el medio primigenio de defensa que tienen al alcance los gobernados para proteger sus intereses derivado de una lesión de sus derechos, este puede ser interpuesto dentro del término de 15 días contados a partir del día siguiente de la notificación de la sanción ante la misma autoridad que dictó el acto de molestia (sanción) y resuelto por el superior jerárquico que puede revocar o confirmar la multa impuesta (Serra, 1996; Ley federal de procedimiento administrativo, 1994b).

El juicio de nulidad, como segundo medio de impugnación, es presentado de forma contenciosa dentro del término de 30 días contados a partir del día siguiente de la notificación del acto, ante el Tribunal Federal de Justicia Administrativa (TFJA), órgano encargado de conocer los asuntos de esta naturaleza, el cual podrá determinar, mediante sentencia colegiada, el reconocimiento de la resolución impugnada, declarar la nulidad lisa y llana de la resolución, declarar la nulidad para efectos y /o se dicte el sobreseimiento (Ramírez, 2011; Ley federal de procedimiento contencioso administrativo, 2005).

Finalmente, el juicio de amparo, conocido como el juicio de garantías, es el medio constitucional que protege los derechos fundamentales de los ciudadanos derivado de actos administrativos. Este tipo de juicio, emite una sentencia en dos sentidos, en caso de declarar fundada la pretensión el promovente, de regresar las cosas al

estado que guardaban previo a la violación de los derechos, o sobreseer la petición de protección federal y negar el amparo (Vázquez, 1996; Béjar y Salazar, 2018).

El juicio de amparo directo, de acuerdo al artículo 170 de la Ley de amparo, es admitido contra sentencias o laudos definitivos, así como resoluciones que ponen fin a un procedimiento, mismo que deberá presentarse ante el Tribunal Colegiado de Distrito del Poder Judicial de la Federación dentro del término de 15 días posteriores a la notificación del acto o sentencia (Art. 17) (Ley amparo, reglamentaria de los artículos 103 y 107 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 2013). Considerando lo antes planteado, los factores jurídicos pueden verse reflejados en la Imagen 1.

Imagen 1. Factores jurídicos de las sanciones administrativas-ambientales.



Fuente: Elaboración Propia



## 2.31 Factores técnicos

El Estado moderno construye sus cimientos en la burocracia y en el desarrollo de los medios administrativos, que son parte de los elementos centrales del aparato estatal de dominación, contemplados en la teoría de Weber (Martínez, 2016). De cara a los retos y demandas sociales y, bajo la limitación presupuestaria, las funciones del Estado ampliadas buscan mejorar la calidad de la administración pública a través de la racionalidad técnica y administrativa (Pardo, 1984).

Las funciones técnicas y administrativas llevadas al campo de la política ambiental son un referente ya que, por medio de ellos, los niveles de contaminación, particularmente hablando, pueden aminorar o incrementar. De acuerdo con la economía ecológica, la contaminación, implica un costo que, de no ser compensado al agente económico que lo sufre, genera una externalidad negativa. Así, el nivel de contaminación óptimo dentro de la política ambiental, se logra cuando cruzan las curvas de costo marginal del agente que sufre y la de la ganancia marginal del agente que la genera (Reyes *et al.*, 2005).

La contaminación del agua, como ya se mencionó en los apartados que anteceden, pueden ser remediados o aminorados por los instrumentos al alcance de la política ambiental, bien pueden ser las concesiones o permisos de descarga y permiso de usuarios de hecho, pertenecientes al instrumento económico o los de regulación directa o de comando y control, donde se ubican los parámetros de calidad del agua (Hinostroza y Mallet, 2000).

Otra variable innegable de agrupar es el presupuesto asignado para las tareas de inspección y vigilancia en materia ambiental, ya que coadyuvan al análisis del desempeño del órgano encargado del cumplimiento de las normas jurídicas y medir el impacto de la política ambiental o el rediseño de la misma (CEPAL N. U., 2015).

Como menciona (Goodstein, 2002), las regulaciones ambientales enfrentan problemas de observancia derivado principalmente por la falta de gasto público que tiene una incidencia negativa en el medio natural, es por ello que incorporarlo a este factor de las sanciones es inconcuso.

#### 2.31.1 Permisos de descarga

Uno de los instrumentos de política ambiental más socorridos en la comunidad internacional es la aplicación de licencias o permisos ambientales ya que permite, entre otras bondades, conocer el padrón de los agentes económicos causantes y el control e identificación de las fuentes contaminantes (Simone *et al.*, 2022).

La emisión de las licencias contaminantes, no pueden ser un instrumento frágil emitidas por el estado que permita al agente económico vulnerar los límites estatales, así lo sostiene Solanes y Getches: “Los permisos por descarga deben ser suficientemente estrictos para reflejar la uniformidad de los límites nacionales y los límites que conforman los objetivos estatales en la calidad del agua” (1998: 35)

En México, como se ha multireferido, las aguas nacionales son propiedad de la nación, de acuerdo al arábigo 27 Constitucional, su explotación, uso y aprovechamiento, requieren de una concesión para hacerlo, a través del ejecutivo federal y este a su vez a través de la Comisión Nacional del Agua, como así lo establece la Ley de aguas en su artículo 4.

Esta misma ley secundaria (Ley de aguas nacionales), establece que, para realizar los vertidos en cuerpos receptores federales deberán contar, los agentes económicos, con un permiso de descarga que hace acreedor múltiples obligaciones entre las que destacan tratar las aguas, pagar el derecho correspondiente, hacer del conocimiento de los contaminantes y los cambios en los procesos que generar las aguas residuales, mantener instalaciones idóneas, cumplir con las normas y

permitir el acceso al personal de la CONAGUA para su revisión. (Art. 88 y 88 Bis) (Ley de aguas nacionales, 1992).

Los permisos de descarga, actúan con un múltiple propósito: conocer el nivel de volumen vertido, la carga y tipo de contaminante y asumir funciones de vigilancia. Estas concesiones deben ser estrictas bajo los objetivos nacionales de calidad y los intereses públicos (Lozano y Peña, 2007).

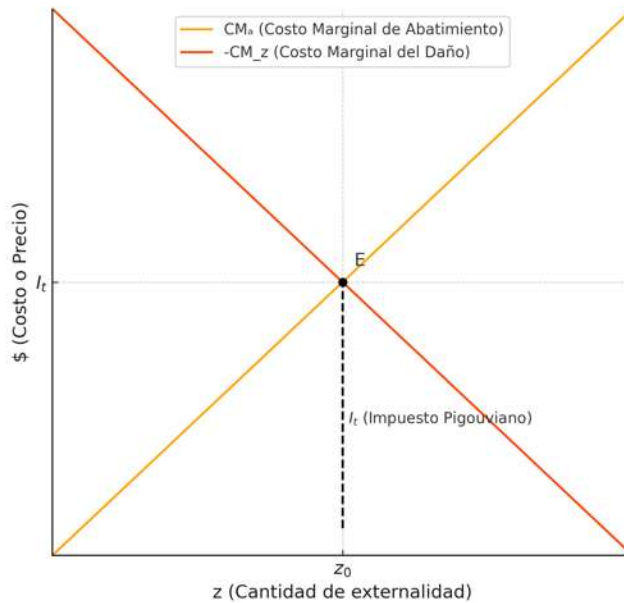
La narrativa planteada, provoca revisar y analizar desde la perspectiva del proyecto aquí sustentado, el comportamiento de este instrumento durante un periodo determinado de tiempo a fin de constatar, en qué medida, la calidad del agua de los cuerpos receptores ha sido influenciada por la sobre titulación y su inobservancia, dada la creciente actividad urbana e industrial para estar en posibilidades de diseñar una respuesta a la contaminación hídrica.

#### 2.31.2 Permisos de hecho

La actividad de verter aguas residuales, desde la perspectiva de la economía ecológica, lleva a retomar la teoría de Arthur Pigou, con su principio de “quien contamina paga”, que consiste en un impuesto por unidad de contaminación que es igual al coste marginal externo en el nivel óptimo de contaminación.

Este impuesto Piguviano, consiste en una carga gubernamental aplicable a los agentes que generan externalidades negativas (contaminación) y su objetivo es internalizar los costos externos y desincentivar conductas lesivas a otros agentes económicos, asumiendo el costo óptimo que generan (Labandeira *et al.*, 2007; Huesca y López 2016). En el grafico Gráfico 11 el impuesto sería igual a la distancia vertical entre las curvas  $-CM_z$  y  $CM_a$  en el punto de equilibrio eficiente **E**.

Gráfico 11. Impuesto Pigouviano



Fuente: Elaboración propia

La aplicación de este principio, es retomado en la legislación mexicana a través de la Ley federal de derechos que establece, quiénes y de qué forma pagarán por el uso o aprovechamiento de bienes nacionales o por los servicios del Estado en sus funciones de derecho público (Art 1.) (Ley federal de derechos, 1981). Luego, el capítulo octavo de la ley citada, hace referencia al recurso hídrico en los siguientes términos:

“Artículo 222. Están obligadas al pago del derecho sobre agua, las personas físicas y morales que usen, exploten o aprovechen aguas nacionales, bien sea de hecho o al amparo de títulos de asignación, concesión, autorización o permiso, otorgados por el Gobierno Federal, de acuerdo con la zona de disponibilidad de agua en que se efectúe su extracción” (Ley federal de derechos, 1981: 197).

De una gramatical interpretación, se contempla a dos sujetos susceptibles del pago por el aprovechamiento de bienes nacionales, los que cuentan con un permiso

otorgado por el CONAGUA o los sujetos de hecho. De acuerdo con el artículo 1° y 6° del Código fiscal de la federación en relación al artículo 31 de la Constitución Política, las personas físicas y morales están obligados a contribuir al gasto público, ya sea a través del pago de impuestos o de derechos (como es el caso), siempre y cuando exista una situación jurídica y con ello una obligación tributaria, la cual consiste en el hecho generador de la tributación, es decir, aquella acción que realiza el sujeto y que la misma se ajusta a lo dispuesto en la ley, configurándose su condición de sujeto pasivo frente al sujeto activo, El estado, su acreedor (Palomino, 2018; Gómez, 2020).

De ese modo, los permisos de hecho surgen de una hipótesis normativa que actualiza el gobernado (descargar aguas residuales) pero susceptible de una tributación ambiental debido a la externalidad negativa ocasionada aún sin contar con el permiso de descarga por la autoridad del agua federal.

La naturaleza de estos sujetos de hecho, que por un lado navegan en la ilegalidad por la flagrante conducta de descargar aguas residuales sin contar con el permiso como lo establece el artículo 119 fracción I de la Ley de aguas nacionales y, por otra, su conducta permisible y susceptible del pago de derechos por contaminar cuerpos receptores por la misma autoridad, merece un especial análisis, por ello, conocer su padrón puede ser esencial en el estudio y diseño de la política ambiental, debido al alto impacto que puede generar esta contradicción jurídica de tipo social-ambiental.

### 2.31.3 Calidad del agua

La calidad del agua es un parámetro fundamental que permite evaluar su idoneidad para diversos usos y su impacto en los ecosistemas. Su análisis no solo contribuye a la gestión sostenible de los recursos hídricos, sino que también orienta la toma de decisiones en materia de regulación y conservación, por ello, el estudio de los

índices de calidad resulta esencial para comprender su estado actual y definir estrategias de mejora (Caho y López, 2017; Torres *et al.*, 2009).

En este sentido, la necesidad de cuantificar los impactos de las descargas industriales y urbanas llevó al desarrollo de herramientas metodológicas que permitieran evaluar la calidad del agua de manera sistemática. Así surgió el Índice de Calidad del Agua (ICA), métrica diseñada en la década de 1970 por Brown, Macclelland y Deiningeer en colaboración con la *National Sanitation Foundation* (NSF), basado en la estructura del índice de Horton y el método Delphi. El ICA se convirtió en una referencia internacional para la medición de parámetros clave como contaminantes orgánicos y metales pesados, permitiendo así un diagnóstico integral de la calidad hídrica (Fernández y Solano, 2005; Torres *et al.*, 2009).

Estos índices, de acuerdo con *Companhia Ambiental do Estado de São Paulo* (CETESB), nacen como un instrumento para evaluar la calidad del recurso hídrico y su impacto en el marco de los procesos que definen las políticas públicas, sintetizada en un conjunto de parámetros que representan la descripción de contaminación (2007).

La valoración, responde a una evaluación de la calidad del recurso hídrico en sus componentes químicos, biológicos y físicos en una tendencia comparativa en su estado natural y los provenientes de las diferentes actividades, que permiten resolver programas de gestión de recursos hídricos (Samboni *et al.*, 2007). El índice de calidad del agua, en México, inicialmente consideró 18 parámetros para su cálculo, mismos que pueden visualizarse en el Cuadro 12:

Cuadro 12. Parámetros evaluados en cuerpos de aguas en México

| Parámetro                                            | Peso (W i) | Parámetro                   | Peso (W i) |
|------------------------------------------------------|------------|-----------------------------|------------|
| Demanda Bioquímica de Oxígeno                        | 5.0        | Nitrógeno en Nitratos       | 2.0        |
| Oxígeno Disuelto                                     | 5.0        | Alcalinidad                 | 1.0        |
| Coliformes Fecales                                   | 4.0        | Color                       | 1.0        |
| Coliformes Totales                                   | 3.0        | Dureza Total                | 1.0        |
| Sustancias Activas al Azúl de Metileno (Detergentes) | 3.0        | Potencial de Hidrógeno (pH) | 1.0        |
| Conductividad Eléctrica                              | 2.0        | Sólidos Suspendidos         | 1.0        |
| Fosfatos Totales                                     | 2.0        | Cloruros                    | 0.5        |
| Grasas y Aceites                                     | 2.0        | Sólidos Disueltos           | 0.5        |
| Nitrógeno Amoniacal                                  | 2.0        | Turbiedad                   | 0.5        |

Actualmente, el análisis para cuerpos de aguas superficiales en el país, se realiza a partir de la toma de 8 parámetros (véase Cuadro 13) mientras que para cuerpos de aguas subterráneas de 14 (véase Cuadro 14).

Cuadro 13. Parámetros evaluados en cuerpos de aguas superficiales en México

| Parámetros de Aguas Superficiales | Símbolo    |
|-----------------------------------|------------|
| Demanda Bioquímica de Oxígeno     | DBO 5      |
| Demanda Química de Oxígeno        | DQO        |
| Sólidos Suspendidos Totales       | SST        |
| Coliformes Fecales                | CF         |
| Escherichia Coli                  | E_COLI     |
| Enterococos Fecales               | ENTERO_FEC |
| Oxígeno Disuelto                  | %OD        |
| Toxicidad Aguda                   | TOX        |

Fuente: Elaboración propia a partir de (CONAGUA, 2023)

Cuadro 14 Parámetros evaluados en cuerpos de aguas subterráneas en México

| Parámetros de Aguas Subterráneas | Símbolo    |
|----------------------------------|------------|
| Fluoruros                        | Fluo       |
| Coliformes fecales               | CF         |
| Nitrógeno de Nitratos            | N_NO3      |
| Arsénico Total                   | As_Tot     |
| Cadmio Total                     | Cad_Tot    |
| Cromo Total                      | Cr_Tot     |
| Mercurio Total                   | Hg_Tot     |
| Plomo Total                      | Pb_Tot     |
| Alcalinidad                      | Alc_Tot    |
| Conductividad Eléctrica          | Cond_elect |
| Dureza Total                     | Dur_Tot    |
| Sólidos Disueltos Totales        | SDT        |
| Hierro Total                     | Fe_Tot     |
| Magnesio Total                   | Mn_Tot     |

Fuente: Elaboración propia a partir de (CONAGUA, 2023)

Esta selección de parámetros abreviada, permite realizar una escala de clasificación que ayude a identificar de manera pronta las evaluaciones y su calidad sin que esto evite un análisis más detallado de las aguas residuales, es decir, a través del semáforo de calidad. Para aguas superficiales y subterráneas el semáforo, está determinado conforme a los Cuadros 15 y 16 siguientes:

Cuadro 15. Semáforo de calidad del agua subterránea en México

| Semáforo de calidad del agua de fuentes superficiales |           |        |
|-------------------------------------------------------|-----------|--------|
| Indicador                                             | No cumple | Cumple |
| DBO                                                   | Rojo      | Verde  |
| DQO                                                   | Rojo      | Verde  |
| TOX                                                   | Rojo      | Verde  |
| ENTEROC                                               | Rojo      | Verde  |
| E_COLI                                                | Amarillo  | Verde  |
| CF                                                    | Amarillo  | Verde  |
| SST                                                   | Amarillo  | Verde  |
| OD%                                                   | Amarillo  | Verde  |

Fuente: Elaboración propia a partir de (CONAGUA, 2023)



Cuadro 16. Semáforo de calidad del agua superficial en México.

| Semáforo de calidad del agua de fuentes subterráneas |           |        |
|------------------------------------------------------|-----------|--------|
| Indicador                                            | No cumple | Cumple |
| FLUO                                                 | Rojo      | Verde  |
| CF                                                   | Rojo      | Verde  |
| N_NO3                                                | Rojo      | Verde  |
| AS_TOT                                               | Rojo      | Verde  |
| CD_TOT                                               | Rojo      | Verde  |
| CR_TOT                                               | Rojo      | Verde  |
| HG_TOT                                               | Rojo      | Verde  |
| PB_TOT                                               | Rojo      | Verde  |
| ALC_TOT                                              | Amarillo  | Verde  |
| COND_ELEC                                            | Amarillo  | Verde  |
| DUR_TOT,                                             | Amarillo  | Verde  |
| SDT                                                  | Amarillo  | Verde  |
| FE_TOT                                               | Amarillo  | Verde  |
| MN_TOT                                               | Amarillo  | Verde  |

Fuente: Elaboración propia a partir de (CONAGUA, 2023)

Los parámetros de calidad del agua, tienen como base comparativa los límites máximos permisibles que están contenidos en la Normas Oficiales Mexicanas 001, 1996 y 2021 (reformada recientemente), su medición, seguimiento y control son indicador valioso en el comportamiento de los cuerpos receptores objeto de los vertidos de aguas residuales y las políticas que de ese análisis se desprendan. (Caho y López, 2017; Torres *et al.*, 2009).

La inclusión de esta variable en los factores técnicos-administrativos, otorga la posibilidad de analizar la evolución temporal del degrado de los cuerpos receptores del Estado de Michoacán en paralelo con los demás factores y consolidar la influencia positiva o negativa de la autoridad competente de imponer sanciones por la inobservancia de la legislación hídrica vigente, que incluye las normas oficiales mexicanas.

#### 2.31.4 Presupuesto asignado

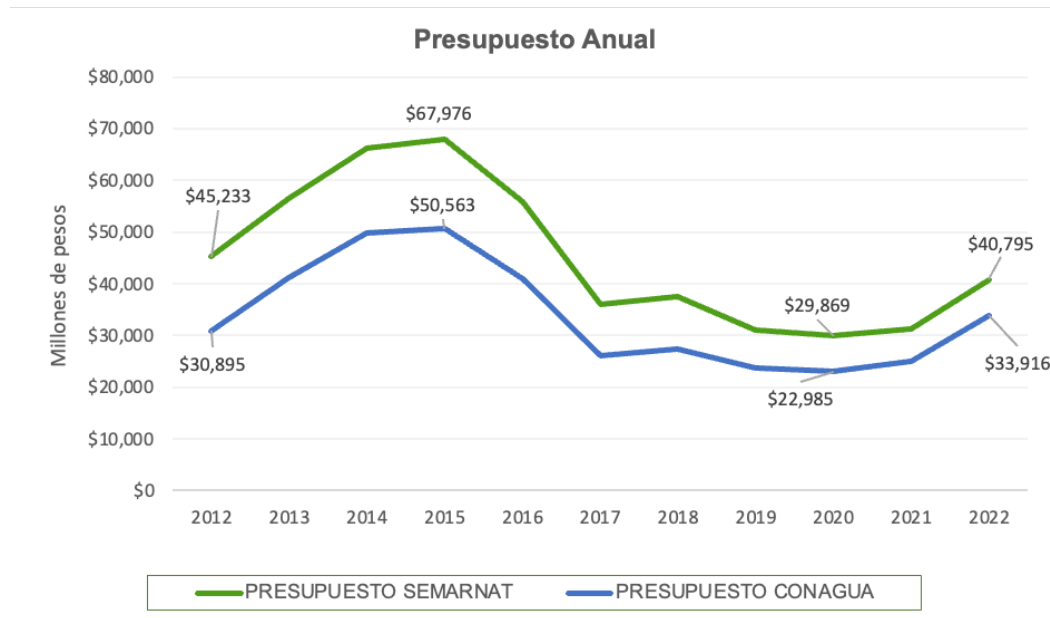
El desarrollo político y administrativo del Estado se debe al presupuesto público ya que refleja las prioridades de una administración y es determinada por la relación objetivos (incluidos en el plan nacional de desarrollo) – recurso asignado (Guerrero y Patrón, 2000; Vega, 2020).

El gasto público, contemplado en el presupuesto de egresos, tiene como objetivo principal la redistribución del ingreso y se puede revisar a través de dos clasificaciones, la primera que identifica el gasto programable y no programable y, la segunda, denominada “dimensiones del gasto”, que incluye la administrativa, la económica y la funcional, (Villalobos, 2020; Guerrero y Patrón, 2000; Gutiérrez, 2015).

Respecto a la categorización, “dimensiones del Gasto”, la clasificación administrativa, define al administrador del recurso público, organizado a través de ramos presupuestales, facilitando a quienes ejercen el dinero público. La clasificación económica, distingue los rubros en dónde se gasta el recurso, que incluye el gasto corriente y gasto de capital; la clasificación funcional, precisa los objetivos en que se gasta el recurso, orientados principalmente a áreas estratégicas como desarrollo social, defensa, actividades productivas y seguridad (programas, proyectos y actividades) (Guerrero y Patrón, 2000; Gutiérrez, 2015).

En el ramo ambiental, la inversión pública es símbolo de voluntad política que implica un incremento a la capacidad para la formulación e implementación de la política en la materia (Cárdenas, 2021; Le Clercq y Cedillo, 2022), sin embargo, en la última década se ha notado una disminución presupuestal anual destinado a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) así como a su cabeza de sector, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), que ventila el desinterés de las administraciones federales, misma que se puede identificar dentro de la clasificación del presupuesto de egresos “dimensiones del Gasto”, en el Ramo 16 con las variaciones siguientes:

Figura 1. Comportamiento presupuestal 2012 – 2022 SEMARNAT y CONAGUA



Fuente: Elaboración propia con información de la (SHCP, 2020):  
[https://www.finanzaspublicas.hcienda.gob.mx/es/Finanzas\\_Publicas/Paquete\\_Economico\\_y\\_Presupuesto](https://www.finanzaspublicas.hcienda.gob.mx/es/Finanzas_Publicas/Paquete_Economico_y_Presupuesto)

El comportamiento presupuestal tanto de la Dependencia como de su cabeza de sector en México, ha sufrido disminuciones considerables ya que el más alto se alcanzó, para ambas, en el año 2015 con un monto de \$ 67, 976, 702,245 y de \$ 50,563,344,051 respectivamente, no obstante, la disponibilidad de recurso público para el año 2020 fue la más baja con un presupuesto a la Secretaría de \$29,869,450,777 mientras que para la CONAGUA de \$22,985,300,858.

A pesar que la Comisión Nacional del Agua, en gran medida absorbe el presupuesto designado de la Secretaría, en esa misma dimensión, reciente la baja presupuestal a la que está sujeta, trascendiendo por una parte en el cumplimiento la política hídrica nacional y por otra, acrecentando la problemática hídrica debido a la falta de capacidad y eficiencia del Estado (Bermúdez, 2013; Arreguín *et al.*, 2020).

Esta reducción presupuestal, coincidiendo con Gabriela Tapia, debería acercarse a la evaluación de los programas y proyectos que tratan de resolver problemas públicos, es decir, la reducción del presupuesto derivado de adversos resultados, sin embargo, los logros y objetivos buscados no figuran en la asignación del recurso (2016).

Este hecho encuentra coincidencia con lo que postula Tucker, al sustentar que, se está frente a un presupuesto incrementalista, cuando existen modificaciones respecto al presupuesto anterior y que factores como “resultados idóneos” no influyen en la asignación del recurso (1982). Esta decisión, que se genera por el consenso y no por discusión (que retrasa y obstaculiza cambios positivos) busca alejarse de los problemas políticos y de resolver problemas centrales (Anderson y Harbridge, 2010).

La consolidación del sector medio ambiente y del agua en México, dependen en gran medida del presupuesto asignado que, aunque tiene un panorama desalentador por la disminución de los últimos años en la ministración federal, como menciona (Micheli, 2000; Pérez, 2010; Vega 2020), existen otras alternativas normativas y administrativas que puedan frenar la sobreexplotación del recurso hídrico y su contaminación.

Indicadores que permitan revisar el ejercicio dentro de la administración pública, obsequia alternativas que no dependan, aprovechando la era tecnológica, de un aumento sustancial al presupuesto y con ello la función de la SEMARNAT y de la CONAGUA.

Los factores de las sanciones en materia ambiental, están prescindidos por la capacidad institucional que recae principalmente en recursos humanos y económicos (Dávila, 2012). Su óptima aplicación y disuasión es pieza clave para poder mejorar las medidas sancionatorias de los cuerpos de aguas susceptibles de descargas de aguas residuales, no obstante, medir estos elementos y contrastarlos

a través de una evaluación de eficiencia, es esencial para el logro de una mejorada política pública ambiental. Los factores técnico-administrativos de las sanciones, se pueden apreciar de mejor forma en la Imagen 2.

Imagen 2. Factores técnico-administrativos de las sanciones ambientales.



Fuente: Elaboración propia en base a factores técnicos de las sanciones.

# **CAPÍTULO III**

## **EFICIENCIA NO PARAMÉTRICA CON PRESENCIA DE BAD OUTPUTS, UNA REVISIÓN AL ESTADO DEL ARTE**

El análisis de la literatura existente sobre un tema de estudio, que integra y evalúa las contribuciones relevantes y las tendencias actuales en el campo, se le conoce como estado del arte (Hart, 2018). Esta revisión literaria, ayuda a contextualizar el problema, permite identificar vacíos en el conocimiento y fundamentar la originalidad de la contribución (Fink, 2020).

Según Machi y McEvoy (2016) y (Booth *et al.*, 2021) la revisión de enfoques previos, promueve la innovación del conocimiento y facilita la creación de una visión crítica y estructurada de las hipótesis y objetivos de la investigación con bases robustas.

El análisis de la eficiencia en la implementación de sanciones por descargas de aguas residuales se fundamenta en una revisión exhaustiva de la literatura, la cual no solo fortalece los cimientos teóricos y empíricos de la investigación, sino que también facilita la identificación de las prácticas metodológicas más idóneas. Esta revisión resulta crucial para seleccionar las variables más relevantes (inputs, outputs y bad outputs) que serán utilizadas en el desarrollo del Análisis Envolvente de Datos (DEA), método no paramétrico reconocido por su capacidad para evaluar la eficiencia de distintas unidades de toma de decisión.

Aunque existen limitadas investigaciones sobre la eficiencia de medios coactivos ambientales o burocráticos, se tomarán como referencia investigaciones sobre eficiencia judicial, en el sector público y ambiental con *bad outputs*. Estos estudios ofrecen similitudes técnicas, jurídicas y administrativas que permiten adaptar sus enfoques y metodologías al análisis, proporcionando un marco teórico robusto para abordar la complejidad del tema investigado, a saber:

### 3.1 Eficiencia judicial

El análisis de la eficiencia judicial ha ganado importancia en las últimas décadas debido a la necesidad de optimizar los recursos en la administración de justicia. Diversos estudios han abordado este tema utilizando como DMU's, diferentes tipos de tribunales y oficinas judiciales. Los *inputs*, por su parte, incorporan variables como el gasto total, personal y recursos auxiliares, mientras que los *outputs* abarcan sentencias emitidas, resoluciones y casos resueltos. El Cuadro 17, resume los estudios realizados en distintos países y contextos, destacando la metodología y los enfoques utilizados para evaluar la eficiencia judicial.

Cuadro 17. Artículos sobre medición de la eficiencia judicial con métodos no paramétricos.

| Cuadro                       | Año de la muestra o estudio | DMU's                                                                                                      | Inputs                                                                                                                                         | Outputs                                                                       | Aproximación Metodológica                                                                                          |
|------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (Maia <i>et. al.</i> , 2012) | 2012                        | 27 Tribunales de Justicia Estatales de Brasil                                                              | Gasto total de la Justicia Estatal, total de personal auxiliar, gastos de informática, nuevos casos, total de Magistrados y recursos internos. | Sentencias y costos de recogidas diversas                                     | DEA                                                                                                                |
| (Gorman y Ruggiero, 2009)    | 2001                        | 151 Oficinas de fiscal de Distrito Judicial                                                                | Fiscales y resto de la planilla                                                                                                                | Delitos menores cerrados, veredictos del jurado en delitos graves y población | Modelos DEA: CCR y BCC input orientado, Eficiencia de escala, Regresión en segunda etapa (regresiones MCO y Tobit) |
| (García y Rosales, 2011)     | 2008 - 2009                 | 65 Juzgados de primera instancia Andaluces                                                                 | Plantilla orgánica y carga de trabajo                                                                                                          | Número de sentencias y de autos                                               | Modelo DEA - FHD                                                                                                   |
| (Richard y Díaz, 2018)       | 2018                        | 39 Unidades judiciales civiles a nivel nacional                                                            | Número de jueces, secretarios, ayudantes judiciales por cada unidad judicial civil                                                             | Resoluciones                                                                  | DEA                                                                                                                |
| (García y Castro, 2007)      | 2007                        | 17 Cortes de apelación                                                                                     | Ministros, staff y stock de casos pendientes                                                                                                   | Sentencias                                                                    | DEA y REV                                                                                                          |
| (Valencia, 2022)             | 2012-2016                   | Tribunales municipales y de circuito de la jurisdicción ordinaria del Sistema de Justicia Penal Colombiano | Número de jueces y planilla orgánica                                                                                                           | Sentencias emitidas                                                           | DEA , REC y REV                                                                                                    |
| (Falavinga e Ippoliti, 2023) | 2023                        | 140 Tribunales de primera instancia                                                                        | Recursos humanos y gasto judicial                                                                                                              | Casos Resueltos                                                               | DEA, Regresión Truncada y Modelo logístico ordenado                                                                |

| Cuadro          | Año de la muestra o estudio | DMU's                       | Inputs                                                                           | Outputs                                                                                                                                           | Aproximación Metodológica |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| (Deyneli, 2012) | 2012                        | Tribunales europeos         | Número de Jueces, personal de oficina y nivel educativo de jueces                | Casos Resueltos                                                                                                                                   | DEA y Regresión de Tobbit |
| (Pastor, 2018)  | 2018                        | Tribunales del orden social | Conflictos colectivos, conflictos individuales, y conflictos de seguridad social | Número de jueces, letrados de administración de justicia, cuerpo de gestión procesal, cuerpo de tramitación procesal y cuerpo de auxilio judicial | DEA                       |

Fuente: Elaboración propia a partir de las referencias citadas.

Como se aprecia en esta materia, existe una clara preferencia por el uso del Análisis Envolvente de Datos (DEA) como metodología principal, aplicando variantes como CCR y BCC en modelos orientados tanto a insumos como a productos. Este enfoque permite capturar la complejidad de la administración de justicia al evaluar cómo los recursos se traducen en resultados concretos.

La selección de variables destaca una consistencia en el uso de *inputs* que incluyen recursos humanos, financieros y logísticos, mientras que los *outputs* reflejan el rendimiento judicial a través del conteo de sentencias emitidas, resoluciones y casos resueltos. Esta estructura de variables facilita una visión integral de la eficiencia, considerando tanto los recursos utilizados como los resultados obtenidos, lo cual es esencial para identificar áreas de mejora en la gestión de los tribunales y oficinas judiciales.

### 3.2 Eficiencia en el sector público

El Cuadro 18, recopila estudios del sector público empleando en su mayoría modelos DEA-CCR orientado a maximizar la eficiencia sin suponer retornos variables a escala. Los *inputs* seleccionados son representados por variables como el número de empleados, presupuesto asignado, así como recursos materiales y humanos utilizados, elementos esenciales para entender la capacidad operativa de cada unidad pública. El caso de los *outputs* está alineado con los objetivos



específicos de cada sector o los servicios proporcionados a la ciudadanía (resultados de aprendizaje, resultados clínicos y desempeño)

Cuadro 18. Artículos sobre medición de la eficiencia del sector público con métodos no paramétricos.

| Autor                          | DMU's                                                 | Modelo | Inputs                                                                                                                                      | Outputs                                                                                                                                                                    | Tipo de rendimientos |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| (Bessent <i>et al.</i> , 1980) | 167 Escuelas elementales                              | DEA    | Presupuesto, profesores y estudiantes asignados                                                                                             | Nivel de Aprendizaje                                                                                                                                                       | CCR                  |
| (Bian y Yang, 2010)            | 30 Provincias chinas                                  | DEA    | Fuerza laboral, inversión en activos fijos, consumo de agua y consumo de energía                                                            | Descarga de demanda de oxígeno químico, descarga de nitrógeno y emisión de dióxido de sulfuro                                                                              |                      |
| (Shu <i>et al.</i> , 2011)     | 4 Regiones chinas                                     | DEA    | Consumo de energía, número de empleados y capital invertido                                                                                 | PIB                                                                                                                                                                        | CCR                  |
| (Afonso <i>et al.</i> , 2009)  | 24 Países de la UE y emergentes                       | DEA    | Gasto total gubernamental                                                                                                                   | Indicador PSP(public sector performance/ desempeño del sector público)                                                                                                     | CCR                  |
| (Li, 2011)                     | 42 Universidades                                      | DEA    | Área de pisos, tamaño de la colección de la biblioteca, profesores tiempo completo, gasto en investigación científica y nivel de disciplina | Tasa de estudiantes seleccionados para trabajar 6 meses después de graduados, monto mensual ganado promedio, estudiantes que dejan la escuela con la habilidad de trabajar | CCR                  |
| (Hu <i>et al.</i> , 2012)      | 31 Hospitales                                         | DEA    | Número de doctores, personal auxiliar, administrativo; número de camas y capital fijo                                                       | Número de pacientes externos (no hospitalizados), número de hospitalizados, Indeseable: mortalidad de los pacientes.                                                       | CRS                  |
| (Herrala <i>et al.</i> , 2012) | 19 Acueducto s bajo distintos modelos administrativos | DEA    | Gasto operativo, inversión en activos fijos                                                                                                 | Volumen de agua liberado, volumen de aguas residuales tratadas, número de consumidores de agua, número de consumidores de alcantarillado                                   | BCC y CCR            |

| Autor                      | DMU's                                          | Modelo | Inputs                                                                      | Outputs                                                                                                                   | Tipo de rendimientos |
|----------------------------|------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| (Fernández y Flórez, 2006) | 50 Municipios                                  | DEA    | Gastos de personal<br>Liquidez<br>Impuestos/habitante                       | Inversión en infraestructura y bienes inventariables, ahorro bruto (ingresos- obligaciones) y gasto público por habitante | BCC y CCR            |
| (Ng, 2008)                 | 29 Provincias y municipalidades                | DEA    | Número de doctores, de enfermeras, otro Personal de salud y número de Camas | Número de acientes externos, número de pacientes internos y tasa de mortalidad                                            |                      |
| (Zamora y Navarro, 2014)   | 29 Administraciones de aduanas a nivel mundial | DEA    | Número de empleados, costos y número de documentos requeridos               | Recaudación de ingresos públicos                                                                                          | CCR y VRS            |

Fuente: Elaboración propia a partir de las referencias citadas.

La eficiencia en el sector público busca evaluar el desempeño de las funciones del Estado en su rol dual como prestador de servicios y garante de derechos humanos. Estas investigaciones buscan optimizar el uso de recursos públicos para maximizar el impacto social, asegurando que los servicios como educación, salud y administración pública, sean accesibles y de alta calidad.

En estudios de esta naturaleza destacan las Unidades de Decisión (DMUs), representadas por diferentes órganos del Estado, así como por la selección de insumos y productos que están alineados con los objetivos sectoriales: educación, (recursos académicos - resultados de aprendizaje) salud (personal - resultados clínicos) y administración pública en general (gastos operativos – desempeño).

### 3.3 Eficiencia en materia ambiental

El Cuadro 19 sintetiza una serie de estudios que utilizan el Análisis Envolvente de Datos (DEA) para evaluar la eficiencia ambiental en diversos contextos geográficos, incluyendo países de la OCDE, regiones de China, capitales y ciudades europeas, así como estados de México. Estos estudios aplican el DEA no solo para analizar *outputs* deseados, como el Producto Interno Bruto (PIB) y otros indicadores de desarrollo económico, sino también para incorporar *badoutputs* o resultados no

deseados, como emisiones de CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, residuos sólidos y otros contaminantes.

Cuadro 19. Artículos sobre medición de la eficiencia ambiental con métodos no paramétricos.

| Autor                            | DMUS                                     | Modelo                                                  | Inputs                                                                                                    | Outputs                                                                                | Badoutputs                                               | Tipo de rendimientos |
|----------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------|
| (Arcelus y Arocena, 2005)        | 14 países de la OCDE                     | DDF-DEA                                                 | Trabajo y Stock bruto de capital                                                                          | PIB                                                                                    | CO2                                                      | VRS                  |
| (Ramanathan, 2016)               | Años comprendidos de 1980-2001 (22 dmus) | DEA <i>badoutputs</i>                                   | Consumo de energía de combustibles sólidos                                                                | PIB                                                                                    | CO2                                                      | CRS                  |
| (Wang <i>et al.</i> , 2013)      | 30 Regiones de China                     | RAM DEA SBD                                             | Consumo total de energía, mano de obra y capital social                                                   | PIB                                                                                    | CO2                                                      | CRS                  |
| (Sueyoshi y Yuan, 2015)          | 30 Capitales de China                    | DEA                                                     | Población total, inversión para prevenir contaminación, consumo de electricidad y gasto de consumo        | Punto de calificación bruta                                                            | SO2<br>NO2<br>PM                                         | VRS                  |
| (Shabani <i>et al.</i> , 2015)   | 163 Países                               | DEA con <i>badoutputs</i> y variables no discrecionales | Escasez de agua, subsidios agrícolas y emisiones NO                                                       | Acceso a agua potable<br>Calidad del Agua<br>Regulación de pesticidas<br>precipitación | Emisiones de SO2<br>NO2 y estrés hídrico                 | CRS                  |
| (Gudipudi <i>et al.</i> , 2018). | 88 Ciudades Europeas                     | DEA                                                     | Tasa de desempleo y PIB                                                                                   |                                                                                        | NO2 y residuos sólidos anuales                           | VRS                  |
| (Kutty <i>et al.</i> , 2022)     | 35 Ciudades Europeas                     | DEA con <i>badoutputs</i>                               | Residuos peligrosos, contaminación PM2.5, tasa de reciclaje no deseada y Residuos peligrosos no minerales | Calidad del aire por concentración y tasa de consumo de material circular              | CO2 de vehículos en la ciudad y emisión total de GEI     | VRS                  |
| (Avilés <i>et al.</i> , 2021)    | 32 Estados de México                     | DEA con <i>badoutputs</i>                               | Inversión verde y energía renovable                                                                       |                                                                                        | Consumo de agua, energía y contaminación medida en PM2.5 | VRS                  |

Fuente: Elaboración propia a partir de las referencias citadas.

Los estudios en medio ambiente mantienen una preferencia por modelos con rendimientos variables a escala (VRS), que permiten una mayor flexibilidad en la

evaluación de eficiencia en contextos heterogéneos y la consideración de *bad outputs* en regiones con distintas capacidades de manejo ambiental.

En otro aspecto, es válido rescatar que la combinación de *outputs* y *bad outputs* en los trabajos revisados, permiten proyectar una evaluación integral de la eficiencia, reflejando tanto los beneficios de la actividad económica como sus impactos negativos sobre el medio ambiente.

El Análisis Envolvente de Datos (DEA) se ha establecido como una herramienta esencial para evaluar la eficiencia en diversos sectores tales como ambiental, judicial y público. Al ser un método no paramétrico, permite la comparación directa entre unidades de decisión (DMUs), lo que lo convierte en un enfoque útil para analizar cómo las entidades gubernamentales aplican medidas ambientales de manera eficiente o ineficiente, como es el caso de esta investigación.

La revisión del estado del arte en el análisis de eficiencia proporciona una base teórica y metodológica sólida que respalda el estudio de la implementación de sanciones por descargas de aguas residuales. Además, identifica enfoques innovadores, como la incorporación de *bad outputs* (efectos negativos) en el análisis, ya sea mediante modelos de dirección orientada o mediante ajustes en la frontera de eficiencia que consideren estos impactos adversos (Zhou *et al.*, 2008). Este enfoque amplía la capacidad del DEA al evaluar no solo la eficiencia en el uso de recursos, sino también los efectos negativos asociados, ofreciendo así una visión más integral de la sostenibilidad y efectividad de las políticas públicas.

En este contexto, los estudios previos revisados no solo aportan una estructura metodológica robusta, sino que también ayudan a identificar vacíos y limitaciones en la literatura existente. Esto subraya la relevancia de basarse en investigaciones anteriores para adaptar herramientas como el DEA a contextos específicos, fortaleciendo así la capacidad de análisis para abordar problemas complejos como la gestión de sanciones ambientales.

## **CAPÍTULO IV**

# **FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS DE LA EFICIENCIA**

Frente a la necesidad de medir o evaluar el rendimiento de un ente privado o uno público, debe elegirse alguna técnica que permita, de acuerdo a su naturaleza, arrojar resultados que coadyuven a la toma de decisiones en una búsqueda de mejora. La eficiencia y la productividad son dos elementos que permiten llegar a este punto, sin embargo, a pesar de estar estrechamente relacionados no significan lo mismo.

Comúnmente, la eficiencia se asocia con giros de la iniciativa privada, en ese aprovechamiento óptimo de los recursos para un mejor rendimiento. Efectivamente, encuentra su génesis sobre la base de la microeconomía, implementada habitualmente por esa misma naturaleza, en la teoría de la empresa, sin embargo, no está vinculada esencialmente con la IP, sino también con la vida pública que auxilia en las mejoras burocráticas para una óptima prestación de servicio o aplicación de política pública.

La productividad en cambio, es la relación que existe entre el volumen total de producción y los recursos utilizados para alcanzar dicho nivel de producción, es decir, la razón entre las salidas y las entradas. Considerando que tales conceptos en la práctica y teoría pueden confundirse, es necesario profundizar en la base conceptual a efecto de precisar sus características y sus diferencias.

### **4.1 Productividad**

Por un lado, la productividad se entiende como aquella relación entre los recursos y la producción utilizados, esto es una relación de entradas y salidas en la producción de bienes y servicios para la sociedad, el cual incluye factores de eficacia y eficiencia (Medina, 2010).

Para Peretto (2016) responde al índice económico que une la producción con los recursos, el cual evalúa la capacidad de una unidad de elaborar productos o servicios en una sociedad, a través de una *ratio* que incluye *outputs* e *inputs*. En un concepto similar, Cruelles considera, que la productividad es la *ratio* que mide el grado factores y recursos del proceso de producción aprovechados, que trae consigo la disminución de costos a la par de un aumento de competitividad en el mercado (2013).

La productividad, es el vínculo entre productos y recursos empleados, que buscan la reducción de costos, mejora del rendimiento y calidad del producto en el proceso productivo (Ayuni y Matheus, 2013; Gutiérrez, 2014)

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}}$$

## 4.2 Eficiencia

En la teórica económica, la eficiencia, responde a una medida que compara, los *inputs* empleados con los *outputs* obtenidos en una relación de valores óptimos, es decir, busca la maximización de los beneficios y la minimización de los costos (Peretto, 2016; Navarro, 2005).

Puede comprenderse también como aquella circunstancia que busca emplear los medios, métodos y procedimientos más adecuados para asegurar el empleo óptimo de recursos disponibles, por ello, su relación costo-beneficio está enfocada a ejecutar todo de la forma más racional posible (Navarro, 2005).

Como resume García, la eficiencia se trata de:

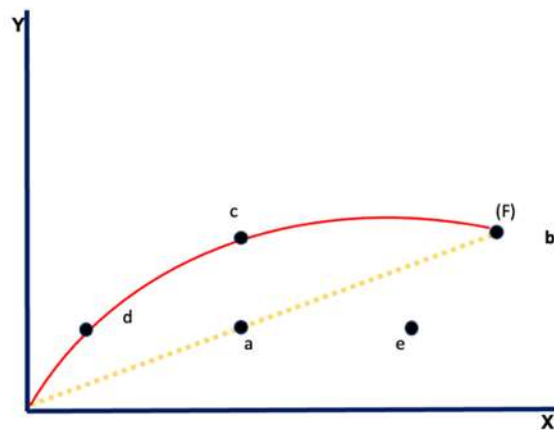
[...] “un concepto económico que viene justificado por la tradicional escasez de recursos susceptibles de empleo en usos alternativos. No tiene un

carácter absoluto, ya que viene determinado por las alternativas existentes; la aparición de un nuevo tratamiento menos costoso, altera la eficiencia establecida para otros procedimientos que fueron evaluados anteriormente” (2002:10)

La Organización Internacional del Trabajo, estima que la productividad consiste en la utilización eficaz y eficiente de los insumos, mientras que, la eficiencia, implica producir la calidad de productos en el menor tiempo posible (Navarro, 2005, citando a Prokopenko, 1999).

Esto implica, como sostiene Lenin Navarro (2005), que la productividad está asociada con el resultado y la eficiencia con el producto, es decir, aquel componente de la productividad atribuible a la unidad productiva conocida como DMU. En base a lo referido, el Gráfico 12 ejemplifica cómo se presenta un escenario de productividad y eficiencia.

Gráfico 12. Representación de Productividad y Eficiencia



Fuente: Elaboración propia a partir de (Giménez, 2001; Peretto, 2016).

En el eje de las coordenadas se representa el nivel de un solo output, mientras que las abscisas representan un solo nivel input. La curva roja (F) representa la función de la producción. Tanto las unidades de producción (a) y (b) poseen la misma

productividad, misma que se ve reflejada con la línea punteada amarilla, no obstante, la DMU (b) es más eficiente, ya que no hay otra que, con ese o menor nivel de input produzca mayor consumo de output ó el mismo output con menor nivel de input, es decir, la DMU (b), dibuja la frontera de la producción. En cambio, la DMU (a) es ineficiente pues debía alcanzar con el nivel de input, el punto (c) o en su defecto con menor nivel de inputs el punto (d) de output. Por lo que ve al punto (e), está DMU, presenta un menor nivel de productividad al estar por debajo de la línea amarilla y mayor nivel de ineficiencia ya tiene una mayor distancia de la curva (F). Esto nos indica que la ineficiencia puede detectarse desde las entradas o salidas (*inputs o outputs*).

#### 4.2.1 Antecedentes teóricos de la eficiencia

La teoría de la eficiencia se la atribuye históricamente a Farrel, inspirado en trabajos de Koopman y Debreu, quienes dieron inicio al estudio relacionado con producción y recursos (Torres *et al.* 2018). Robustecieron a esta teoría metodológica, los trabajos de Fieldhouse y Farrel (1962), Aigner y Chu (1968) y Charnes Cooper y Rhodes en 1978 (Morán, 2018).

Farrel, concibió a la eficiencia, como “la capacidad que tiene una empresa para obtener el máximo output a partir de un conjunto dado de inputs” (Coll y Blasco, 2007:3). En esta formación conceptual de la eficiencia, ubicó a su vez, el problema de la eficiencia a través de datos en las unidades productivas, llegando al punto de la eficiencia paretiana (Delfín y Navarro, 2014).

La estimación de la eficiencia global, compuesta por la eficiencia técnica y asignativa, estuvo sostenida en un primero momento, por un modelo que implican dos factores de producción para producir un solo producto, esto al margen de rendimientos constantes a escala <sup>16</sup>, en una sola isocuanta.

---

<sup>16</sup> Implica que la producción aumenta en la misma proporción que si incrementan los factores



La medición de la eficiencia, con rendimientos crecientes a escala vino posteriormente con Farrell y Fieldhouse en 1962, mediante el método de agrupamiento y método global, el primero consiste en estimar la función de producción para cada grupo de productos separadamente, previo a un agrupamiento de observaciones de acuerdo a los productos, mientras que la segunda, a través de una función de producción de  $X$  de un solo producto con sus insumos ( $x_1, x_2, x_3 \dots$ ) (Navarro, 2005).

En 1968, a pesar de ser una propuesta sólida y ser objeto de críticas, se propuso la función de frontera Cobb-Douglas, que insinuaba que todas las observaciones estuvieran en o bajo la frontera, siendo responsables por este avance Farrell y Aigner y Chu (Mejía *et al.*, 2023).

El modelo de la envolvente de datos, iniciado por Farrell, fue nutrido posteriormente por Charnes, Cooper y Rhodes en 1978, mediante rendimientos constantes a escala (CRS), del cual destacan tres características; reducen la problemática de múltiples insumos y productos, el resultado entre producto virtual e insumo virtual, es la medida de la eficiencia buscando así, como tercera característica, incrementar el resultado de los cocientes menores o iguales a uno (Canay, 2003).

Los rendimientos variables a escala (VRS), por Banker, Charnes y Cooper en 1984, fue un método que introdujo una restricción, que permite que una DMU, sea comparada con unidades de similar tamaño, lo que trajo consigo una subdivisión de la eficiencia técnica (Navarro, 2005; Parra, 2007).

### 4.3 La estimación de la eficiencia

Farrell, como pionero del marco teórico de la eficiencia sugirió que la eficiencia se debe ver desde una perspectiva real y no ideal, donde cada unidad productiva se evalúe con otras, con características homogéneas, dando como resultado la

eficiencia relativa, que no es más que una fotografía comparativa con las demás unidades (Navarro, 2015).

La eficiencia, siguiendo con Farrel, la dividió en técnica y asignativa que, en suma, da como resultado la eficiencia global (económica) definida como el logro de la mayor producción al menor costo (Pinzón, 2003). Ahora bien, la eficiencia económica puede alcanzar su objetivo dependiendo de los intereses de una empresa, los cuales según García (2002) son tres:

- a) Eficiencia de costos, cuando una empresa desea minimizar costos en cada nivel de producción dada la tecnología y precios de factores producidos.
- b) Eficiencia de ingreso, se logra por factores del proceso de producción y precios de venta de los productos, maximizando el ingreso.
- c) Eficiencia de beneficios, se traduce cuando se obtiene el mayor beneficio al menor costo partiendo de la adecuación de la firma en las economías de escala.

Cualquiera que sea el caso u objetivo de la firma, debe configurarse la eficiencia técnica y asignativa, la cual se abordará con mayor presión, en líneas posteriores.

#### 4.3.1 Eficiencia Técnica

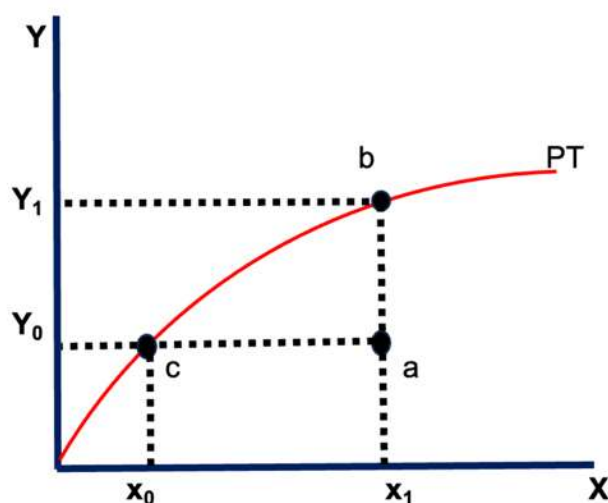
La eficiencia técnica o productiva la conceptualizó en primer término Koopman en 1952, afirmando que, ésta se logra, cuando existe un incremento en los *outputs* e implica una reducción en alguno de los otros *outputs* o el incremento de un *input*, es el caso también, cuando la disminución de algún *input*, implica el aumento de algún otro restante y/o la disminución de un *output* (Navarro, 2005; López *et al.* 2016).

La eficiencia técnica inspiradas en Debreu (1951) y Farell (1957) indica que es de tipo radial, es decir, como la diferencia entre uno y un cociente, ya que miden la

máxima reducción equiproporcional de todos los factores que serían comparable con un mismo nivel de producción o como uno, más el mayor incremento equiproporcional en todos los outputs con el igual consumo de inputs (Navarro, 2005; Sarmiento *et al.*, 2006)

En relación a las expresiones referidas, la eficiencia técnica radial puede observarse en el Gráfico 13:

Gráfico 13. Eficiencia Técnica



Fuente: Elaboración propia a partir de (García, 2002).

Puede observarse, que el punto b y c son técnicamente eficientes, ya que alcanzan la frontera de la producción (PT), pues aplicando una cantidad de  $X_1$  alcanza una producción de  $Y_1$  y, aplicando una cantidad de  $X_0$  alcanza una producción de  $Y_0$  (respectivamente), no obstante, el punto a, a pesar de que alcanza un mismo nivel de producción que el punto c emplea una cantidad menor de  $X_0$ .

La eficiencia técnica, está orientada hacia el *input* o el *output*, en el primer caso, resultaría del cociente entre la cantidad del mismo para lograr la producción de la frontera y la que está empleando, y la del *output*, el cociente entre el producto que tiene entre el producto ubicado en la frontera.

Estas expresiones se ajustan a la propuesta de Debreu (1951), siendo aplicables al punto a de la figura supracitada:

$$ETAo =$$

$$ETAi =$$

Lo anterior se alinea con lo planteado por José González, quien afirma que la eficiencia productiva, está en función de la capacidad que tiene una firma o un ente, de transformar las entradas en salidas bajo el contexto de la tecnología, dibujada por una frontera de la producción<sup>17</sup>, que delimita el valor máximo de los outputs a partir de las diferentes combinaciones de inputs (1995).

Otro aspecto importante en este marco de la eficiencia técnica es lo sostenido por Trillo, quien argumenta que el factor recursos humanos, de uno o varios bienes o servicios es esencial en esta medida, quedando fuera en esa guisa los costos o precios de los factores, así como ingresos obtenidos de la producción (2002).

En 1984, la eficiencia técnica fue subdividida por Banker, Charnes y Cooper, en pura y eficiencia de escala. La eficiencia técnica pura se enfoca en determinar en qué medida la unidad productiva aprovecha los recursos a su disposición, y si ha logrado alcanzar su punto óptimo, mientras que la eficiencia de escala, resulta, cuando se aumentan proporcionalmente la cantidad de los factores que se utilizan en la función de la producción (Coll y Blasco, 2000) existiendo tres tipos, rendimientos constantes a escala donde incrementan la producción en la misma proporción que aumentan cada uno de los factores; crecientes a escala, donde la producción aumenta proporción mayor si se incrementa la cantidad de cada uno de los factores y decrecientes a escala, que se presenta cuando incrementa la cantidad

---

<sup>17</sup> La isocuanta, resulta ser el conjunto de todas las combinaciones POSIBLES de los factores para obtener una cantidad de producción (Rebollar *et al.*, 2016)

de cada uno de los factores pero la producción aumenta en menor proporción (Moreno *et al.*, 2017).

#### 4.3.2 Eficiencia asignativa

Farrel en 1957, definió la eficiencia de los precios como aquel logro alcanzado por una unidad que combina un grupo de inputs, a un costo mínimo, obteniendo outputs a un precio preestablecido (Delgado y Álvarez, 2005; Puig y Dalmau, 2000). Este tipo de eficiencia se perfecciona cuando los insumos sufren una disminución en los costos de producción (Bogetoft y Otto, 2011).

La eficiencia asignativa persigue en ese tenor, una combinación de factores de producción al margen de un coste mínimo en la producción de un bien o servicio. Es decir, la eficiencia asignativa, construye su base teórica bajo la microeconomía específicamente en la teoría de Pareto (Trillo, 2002).

La eficiencia de precios siguiendo a (Conceição *et al.*, 2003), se calcula cuando los precios tanto de las entradas como de las salidas son conocidos, de ese modo, la eficiencia asignativa orientada a los inputs es resultado de combinación de insumos en condiciones idóneas dados los precios de ellos mismos, respecto a la eficiencia asignativa orientada a los outputs se configura cuando se conocen los precios de los mismos y se puede calcular la eficiencia de los ingresos, teniendo así la oportunidad de medir la eficiencia de las ganancias.

Esta eficiencia ha sido abordada por algunos otros autores tales como Hernández Laos, (1985), González (1995) y Yarad (1990), sin embargo, (Bosch *et al.*, 1999) resumen los criterios de los anteriores al sostener que este tipo de eficiencia, se logra cuando una firma o unidad productiva alcanza la frontera de la producción, derivado de una elección de factores que permiten disminuir los costos para el de producción dado.

Corolario de lo anterior, puede indicarse que, la eficiencia asignativa, para ser calculada requiere necesariamente de precios tanto de las entradas como de las salidas, razón por la que dicha evaluación es identificada y aplicada al sector privado.

#### 4.4 Metodología para la estimación de la eficiencia.

La medición y evaluación de la eficiencia de las unidades de producción, puede medirse a partir de dos segmentos, métodos de frontera y métodos de no frontera. Los métodos de frontera, utilizan, con los productos resultado de los insumos utilizados, una función de producción de las unidades objeto de análisis, función que dibuja el límite de producción, de esta forma la eficiencia de cada unidad se presenta por la distancia que la separa de la frontera. Caso contrario, los métodos de no frontera no requieren debido a que estudian la eficiencia absoluta sin la necesidad de comparativa con demás unidades (Arias,2009; Arévalo *et al*, 2022).

##### 4.4.1 Métodos de frontera

Como se refirió, este método busca dibujar una frontera que sirva de parámetro para medir la eficiencia con demás unidades de producción DMUS, esta construcción de la frontera se puede abordar con técnicas no paramétricas, fronteras paramétricas determinísticas, fronteras estadísticas y fronteras estocásticas (García, 2009; Cardona, 2020).

La técnica no paramétrica, no demanda una forma funcional para el dibujo de una frontera ni de un término de perturbación, razón por la que se considera determinística, otorgando un grado de flexibilidad operativa. Esta técnica construye una envolvente convexa a partir de programaciones matemáticas y no econométricas, contribuyendo a la definición de una frontera a partir de la unidad más eficiente, definida por referencias tecnológicas (desconocida) y la relación entre *inputs* y *outputs* múltiples. Esto implica, sin embargo, una desventaja ya que al ser determinística la frontera delimitada por la unidad más eficiente, se presumirá que

las demás unidades que estén por debajo de ella pueden considerarse como ineficientes (Navarro, 2005; Cardona, 2020).

Las fronteras paramétricas determinísticas, estadísticas y estocásticas, requieren formas funcionales para la referencia tecnológica y determinar la relación inputs-outputs. En el caso de la determinística, parte de una envolvente convexa de una forma funcional determinada, trayendo ventajas como la identificación a una forma matemática y acomodar el estudio de economías a escala de forma más simple, así convertir los desvíos en medidas de eficiencia. Algunas desventajas en esta técnica, es que la forma funcional elegida fuera la más apropiada y, el número de observaciones considerados como eficientes estuviera limitado a la forma funcional convirtiéndola en un resultado subjetivo (Navarro, 2005; Cardona, 2020).

La técnica estadística, incorporan a partir de las fronteras determinísticas una hipótesis distribucional al desvío para calcularlos a través de métodos estadísticos. Al ser de esta naturaleza, el rango de error es creciente y con ello se suma la forma de la función concebida a criterio de cada investigador, representado un inconveniente mayúsculo.

La técnica estocástica, incorpora shocks aleatorios y errores de las estimaciones estadísticas, separándolo de los efectos producidos por variaciones en la eficiencia técnica. Algunas adversidades en esta frontera, es la necesidad de mayor cantidad de datos y complicar la medición de grado de ineficiencia de alguna unidad, así como la complejidad de distinción entre eficiencia técnica y asignativa (Martínez, 2003; Aguirre *et al.*, 2002).

#### 4.4.2 Métodos de no frontera

Este método, no se centra explícitamente en medir la eficiencia de otras unidades, sino en calcular uno o varios ratios basados en las entradas y salidas para determinar, en ausencia de una frontera de eficiencia, la productividad total de los

factores de una DMU (Ayvar y Navarro, 2020). Esta condición metodológica, limita el análisis comparativo entre las demás unidades de producción.

Las aproximaciones de no frontera, miden el comportamiento y rendimiento de las unidades productivas sin dificultades, no obstante, pueden ser susceptibles de sesgos por factores externos a la unidad en análisis (Peretto, 2016b). Su estimación, de acuerdo con Arias, puede agruparse en dos corrientes, los basados en números índices y los que equiparan la productividad media de los factores a sus precios normalizados (2009).

#### 4.5 El Análisis envolvente de datos (DEA)

El *Data Envelopment Analysis* (DEA), es un modelo no paramétrico<sup>18</sup> que trabaja modelos de rendimientos constantes a escala y rendimientos variables a escala recurriendo a algoritmos de programación lineal y benchmarking. Construye una frontera de eficiencia derivado de los datos de un conjunto de DMU'S, obteniendo un valor de *inputs* y *outputs* que maximizan el valor de la eficiencia de la producción. Este método permite comparar la posición del conjunto de unidades e identifica la ineficiencia de datos usados en exceso (Cooper *et al.*, 2007; Rodríguez *et al.*, 2022). La envolvente de datos inicialmente fue planteada por Farrel (1957), sin embargo, fue Charles, Cooper y Rhodes (1979) quienes sentaron los fundamentos matemáticos para diseñar la teoría moderna de la frontera DEA, estructurada a través de programación lineal (Navarro, 2005).

---

<sup>18</sup> No establece una forma funcional y es además un método no estadístico, toda vez que no hace supuestos explícitos sobre la distribución de los residuos de eficiencia (Cardona, 2020)



#### 4.5.1 Programación lineal

La programación lineal es una técnica de modelización matemática diseñada para auxiliar en la planeación de actividades y toma de decisiones respecto a la asignación de recursos, de manera óptima y eficiente (Render *et al.*, 2012; Brenes, Humberto 2020).

De acuerdo con (Pinzón, 2003), la programación lineal representa un avance importante en la teoría de la producción, teniendo como ventaja el cálculo y la utilización de computadoras; además, estima que su fundamento se encuentra en que exista más de una restricción, sean constantes la producción y los precios de los factores de manera que las líneas de isocosto y presupuesto puedan representarse en líneas rectas y existan rendimientos constantes a escala y proporciones fijas de insumos o factores.

La programación lineal ofrece algunas ventajas como la aproximación a problemas en diversos campos con modelos de programación, contar con diversas técnicas sencillas y eficientes, así como la comodidad de procesar diversos datos, que implica un análisis de post optimización (Hernández, 2007).

En la programación se pueden formular dos problemas relacionados con la optimización, el primar y el dual, entendiendo el primero como aquel que busca maximizar o minimizar una función objetivo sujeta un conjunto de restricciones, mientras que el dual se intercambian las variables y las restricciones, es decir a la inversa.

#### 4.5.2 Benchmarking

El *benchmarking* se define como aquella medida de actuación, que compara unidades de decisión homogéneas, determinando cómo las más altas lograron alcanzar dichos niveles, identificando los gaps, que llevan a una mejora potencial.

(Gutiérrez, 2010). Esta información de evaluación comparativa le da, al DEA una ventaja sobre otras metodologías que miden la eficiencia (Baek y Lee, 2009).

En este punto de mejora, la selección del punto de referencia que se requiere para obtener la información de *Benchmarking*, es fundamental para evaluar el rendimiento potencial de la DMU, así como para proporcionar información sobre cómo mejorar su rendimiento (Bogetoft y Leth, 1998).

Aunque existen diversos criterios respecto a los requisitos que el *benchmarking* debe cumplir, el elemento infaltable es que se minimice el esfuerzo para que una Unidad ineficiente, llegue a la frontera de la producción (Dervaux *et al.*, 1998). Este proceso de mejora implica determinar características idóneas del proceso receptor con el donante, desarrollar los datos sobre la actuación de procesos mejorado que requiera la aplicación del *benchmarking*, comparar y evaluar el proceso de acuerdo a los datos de las características medidas, desarrollar mejoras a partir de los nuevos datos, aplicar cambios controlados en el proceso y controlar la eficacia en esos cambios (Navarro, 2005)

El *benchmarking* no deja de tener criterios en contra, esto debido a que, si la unidad susceptible de mejora requiere un grado repentino y alto de reestructuración, es probable que sea inaplicable, a pesar de su utilidad (Baek y Lee, 2009; Castelo *et al.*, 2008). Los cambios de referencia, apegados a los conocimientos obtenidos pueden ser internos (una evaluación de prácticas dentro de la organización), competitiva (limitada en la praxis, ya que requiere que competencia admita y cooperen en la mejora de ambas unidades) e inter industrial (evaluaciones de operaciones entre diversas unidades).

#### 4.5.3 Análisis slack

El análisis *slack*, o de holguras, es una herramienta dentro del Análisis Envolvente de Datos (DEA) que ayuda a identificar ineficiencias específicas en las unidades de

decisión (DMU's). Su propósito es observar si una DMU tiene un exceso de recursos utilizados (*inputs*) o si no está produciendo suficientes resultados (*outputs*) comparado con unidades más eficientes (Cooper *et al.*, 2000).

Cuando una DMU no es eficiente, se puede ajustar reduciendo proporcionalmente sus *inputs* hacia un punto que se considera eficiente (esto se llama reducción radial), sin embargo, incluso en ese punto proyectado puede seguir existiendo la posibilidad de disminuir más los *inputs* (esto significa que el punto alcanzado no es realmente óptimo) debido a que pueda existir otra unidad que produzca la misma cantidad de *outputs* utilizando menos recursos, logrando mejorar aún más la condición de la DMU (Zamora, 2018).

En palabras de Navarro, el análisis de holgura se determina a partir de la diferencia entre el *output* observado y el *slack output*, indicando la cantidad necesaria para que la DMU pase de una condición ineficiente a una eficiente. De manera similar, la diferencia entre un *input* y su *input slack* representa las reducciones requeridas para que la DMU alcance la eficiencia (2005).

Las holguras, en sentido amplio, indican cuales son las variables que limitan la eficiencia de cada Unidad y cuáles son los ajustes necesarios para que pueda ser óptima. Así, si el óptimo del *output* resulta que es  $s^{+*} > 0$  significa que es posible aumentar la cantidad de ese *output* en la magnitud de la holgura calculada en  $(y + s^{+*})$ , en el caso de un *input* si obtuviera una holgura  $s^{-*} > 0$  indicaría que se está utilizando más de ese recurso del necesario, pudiendo reducir el *input* en la cantidad sugerida por la holgura, sin afectar la producción  $(x - s^{-*})$  (Coll y Blasco, 2006).

#### 4.6 Tipos de modelo en el Análisis Envolvente de Datos

Siguiendo con el estudio del Análisis Envolvente de Datos, este se ha clasificado por su orientación, así como por sus rendimientos de escala.

#### 4.6.1 Por su orientación

El modelo DEA, de acuerdo con su orientación, está dividido en tres grupos, (input-orientado) que apunta hacia la optimización en la combinación de entradas para la obtención del output, (modelo output-orientado) que lleva a la optimización en la producción de outputs, o mixto (entradas y salidas orientado) que lleva a la optimización en la producción de inputs y outputs (Charnes *et al.*, 1978; Banker *et al.*, 1984; Zamora y Navarro, 2014).

En palabras de Blackburn, Brennan y Ruggiero (2014), el *input* orientado, auxilia a que una DMU ineficiente llegue a ser eficiente gracias a la reducción proporcional de las entradas manteniendo el nivel actual de salidas; en el caso del modelo *output* orientado, se enfatiza en alcanzar la frontera de la eficiencia cuando las salidas de una unidad mantienen los niveles actuales de entradas.

Respecto al modelo de eficiencia mixto o “no orientado”, tanto las entradas como las salidas, son controlables y buscan paralelamente aminorar los inputs y acrecentar los outputs equiproporcionalmente, llevando a medidas de eficiencia hiperbólica (Zamora y Navarro, 2014; Coll y Blasco, 2000).

#### 4.6.2 Rendimientos constantes a escala (CRS)

Los rendimientos constantes a escala, en la frontera de la producción, representan un cambio en los niveles de inputs proporcional a los cambios en los niveles de outputs, provocando que solo una DMU sea tomada como eficiente.

Aquí, los factores de producción (*inputs*) incrementan en un cierto porcentaje y los productos obtenidos (*outputs*) aumentan en la misma magnitud. Este modelo CRS, desarrollado inicialmente por Charnes, Cooper y Rhodes en 1978, asume que todas las DMU's (*Decision Making Units*) están operando a una escala óptima de producción, sin considerar variaciones en eficiencia debido a los diferentes tamaños de operación (Villa, 2003; Coll y Blasco, 2006).

Por su naturaleza, el CRS se utiliza en contextos donde las unidades estudiadas no presentan ventajas o desventajas relacionadas con su tamaño, lo cual permite hacer comparaciones directas basadas en su productividad sin ajustar variaciones de escala.

#### 4.6.3 Rendimientos variables a escala (VRS)

Debido a las complicaciones como la competencia imperfecta y restricciones en el acceso a fuentes de financiación que llevan a las DMU's a no operar a escala óptima, provocó que se agregara al modelo de programación lineal una restricción por Banker, Charnes y Cooper (1984) logrando la creación de rendimientos variables a escala (VRS) (Navarro y Delfín, 2017).

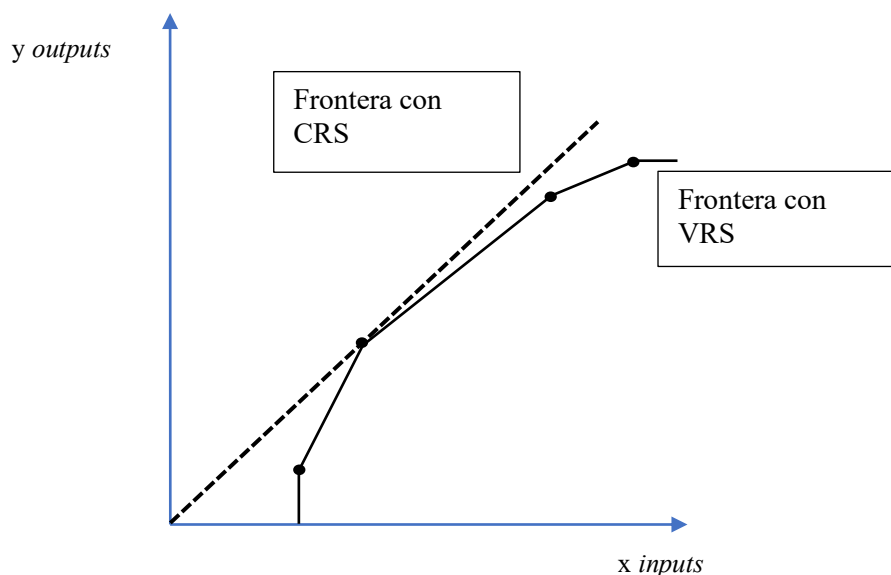
Con la restricción al modelo, de acuerdo con Zamora y Navarro (2014), una unidad ineficiente puede compararse con DMU's de similar proporción, permitiendo identificar la eficiencia técnica pura y la eficiencia a escala, desagregando la eficiencia técnica y técnica pura.

El modelo VRS, entonces, al no asumir una proporción fija entre inputs y outputs permite que las variaciones en los outputs no sean directamente proporcionales a las variaciones en los inputs, ofreciendo una visión más realista en situaciones donde el tamaño o escala de operación impacta la eficiencia, proporcionando una medida de eficiencia que refleja las prácticas de operación de cada unidad sin penalizarla o beneficiarla debido a su tamaño o niveles de operación (Coll y Blasco, 2006; Delfín y Navarro, 2014)

En ese contexto, con el fin de ampliar el modelo original de rendimientos constantes a escala y considerar la posibilidad de variaciones en las unidades evaluadas, este modelo, permite analizar la eficiencia de las DMU's en un escenario donde existen diferentes tamaños y niveles de operación, común en organizaciones con distintos niveles de recursos o en sectores con estructuras heterogéneas.

Gráficamente, los rendimientos constantes CRS y rendimientos variables a escala VRS, pueden observarse de la siguiente forma:

Gráfico 14. Rendimientos constantes y Variables a escala



Fuente: Elaboración propia a partir de (Morán, 2018; Giménez, 2009)

El gráfico 14, ilustra la frontera CRS que asume una relación proporcional entre inputs y outputs, ideal para unidades que operan a escala óptima. En cambio, la frontera VRS permite analizar la eficiencia de unidades con diferentes escalas, reflejando variaciones no proporcionales en los outputs respecto a los inputs, entregando una medida de eficiencia “pura” sin considerar el tamaño de las unidades.

#### 4.7 Ventajas e inconvenientes del Análisis Envolvente de Datos (DEA)

La metodología de Análisis Envolvente de Datos ha brindado mayores bondades que inconvenientes en el estudio de la eficiencia lo que ha permitido su recurrente uso. De acuerdo con (Piravejan *et al.*, 2013; Parras, 2020; Ortiz *et al.*, 2023; Buitrago *et al.*, 2017; Alarcón *et al.*, 2023; Fontalvo *et al.*, 2015; Torres *et al.*, 2013; Gómez,

2013 y Borrego, 2017) pueden identificarse las siguientes ventajas y desventajas del modelo no paramétrico:

1. A partir de los datos de entrada y salida, proporciona mayor información
2. Los requerimientos son mínimos para la información entradas y salidas
3. Se centra en unidades de análisis no en medidas poblacionales.
4. No es restrictiva en cuanto al uso de datos
5. No es indispensable definir costos y formas de producción
6. Permite capturar tecnologías individuales a los DMU's a través de la frontera
7. Incorpora diferentes rendimientos a escala lo que lo hace más realista
8. Permite usar medidas radiales
9. Incorpora información externa
10. Otorga una visión dual del problema
11. Reduce la posibilidad de incurrir en el error de especificación

Por otro lado, se puedan identificar puntuales desventajas de la envolvente de datos en los términos siguientes:

- Tiene un carácter determinístico
- Las empresas definidas como eficientes son sensibles al número de insumos o productos empleados en el análisis
- Los resultados son sensibles a distinta selección de variables y susceptible de información sesgada ante la presencia de observaciones extremas.

#### 4.8 Bad outputs, tratamiento en modelos DEA

La medición de la eficiencia técnica, radica principalmente en la capacidad de una Unidad para obtener el máximo *output* posible a partir de un conjunto dado de *inputs*, sin embargo, existen salidas malas que se pueden generar dadas las entradas en un sistema de producción (Delfín *et al.*, 2021). Estas modalidades en el

análisis de eficiencia, responden a una ampliación de los modelos no paramétricos (Gómez y Cruz, 2024).

La disyuntiva inicialmente fue abordada por Pittman (1983), quién trato a esta variable (*bad output*) mediante el cálculo de índices de productividad con ayuda de la metodología sostenida por Cave, Christensen y Diewert (1982) y complementada con la determinación de los precios sombra (Ayvar *et al.*, 2018).

El concepto de *bad outputs*, posteriormente, se formalizó por (Farë *et al.*, 1989), quienes lo adaptaron a la eficiencia técnica, al encontrar resultados similares a los que inicialmente difundió Pittman (1983) (Sepúlveda, 2014). De acuerdo con Hernández, Picazo y Reig (1997 y 1998), la integración de *bad outputs* en los estudios de productividad y eficiencia se debe a dos aproximaciones: al cálculo de índices de productividad basado en la determinación de precios sombra y las medidas de eficiencia hiperbólica apoyadas en el análisis envolvente de datos.

Algunos trabajos como los de (Cooper *et al.*, 2007; Liu *et al.*, 2010; Sepúlveda, 2014), han buscado en la lógica del estudio, incrementar los *Good outputs*, pero manteniendo el nivel de los *bad outputs*, sin embargo, el ideal según Hernández *et al.*, (1997, 1998 y 2000), se produce cuando se incrementan los *Good outputs* y se reducen paralelamente los *bad outputs*, gracias a las restricciones del vector *input* y la tecnología.

El tratamiento de estas salidas indeseables en los procesos de producción, de acuerdo con los autores supracitados, es aceptable con modelos radiales de tipo variables (VRS) o constantes (CRS) y modelos basados en slacks, distancia discrecional y modelos Ruseell.



## **CAPÍTULO V**

### **MODELO DE EFICIENCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE SANCIONES POR DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES**

En este apartado se describe el desarrollo del modelo para calcular la eficiencia de la implementación de sanciones por descargas de aguas residuales en Michoacán durante el año 2022. Inicialmente se expone la justificación del modelo y el tipo seleccionado, seguido por los criterios utilizados para la elección de las DMU's. Posteriormente, con base en la revisión del estado del arte y factores empíricos, se procede a la selección de *inputs*, *outputs* y *bad outputs*. Finalmente, con el propósito de reducir los datos, definir las variables definitivas y garantizar la viabilidad y confiabilidad del análisis, se explica el uso del análisis factorial que exigen los estudios cuantitativos

#### **5.1 Justificación de la medición de eficiencia a través del Análisis Envolvente de Datos (DEA)**

Una de las ventajas del análisis envolvente de datos es que no requiere construir una función predeterminada, reduciendo así la posibilidad de incurrir en el error de especificación. Por otra parte, el modelo tiene la bondad de no demandar información exhaustiva sobre información de las variables de entrada y salida, aún y cuando existe una robusta y complementaria revisión literaria y base empírica de la eficiencia de las sanciones.

Tomado en cuenta las hipótesis planteadas y lo objetivos fijados, el modelo no paramétrico brinda la oportunidad de que, derivado del modelo y tipo que se elija, se pueden identificar qué Direcciones Locales u Organismos de Cuenca de la CONAGUA, con sede en los diferentes Estados de la república, son más eficientes y que se debe hacer o modificar para llegar a esa curva a través de la técnica

*Benchmarking* y sus variables *slacks*, otorgando la posibilidad, dados los resultados, de hacer recomendaciones de política pública para mejorar las condiciones hídricas del país a través de la implementación de sanciones y su poder disuasivo (Minzner, 2012).

## 5.2 Tipo de modelo

Debido a las características buscadas en esta investigación y continuando con el ideal de maximizar los *outputs* y minimizar los *bad outputs*, como lo proponen (Hernández *et al.*, 2000), este modelo de eficiencia se realizará con rendimientos variables a escala VRS y orientación al *input*. El objetivo es ejercer un análisis por cada unidad DMU's de los *inputs* utilizados para verificar la optimización de insumos, maximizando las salidas deseables y minimizando las indeseables.

La expresión matemática del modelo DEA, es la siguiente (Sueyoshi y Goto, 2010):

$$\begin{aligned} \text{Max}_{s.a.} = \varphi + \varepsilon \left( \sum_{i=1}^I s_i^+ + \sum_{d=1}^D s_d^- + \sum_{z=1}^Z s_z^+ \right) \end{aligned}$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j x_{ij} + s_i^+ = x_{io} \quad i = 1, \dots, I$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j y_{dj} + s_d^- = (1 + \varphi) y_{do} \quad d = 1, \dots, D$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j d_{zj} + s_z^+ = (1 + \varphi) b_{zo} \quad z = 1, \dots, Z$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j, s_d^-, s_i^+ \geq 0, \quad \varphi \text{ sin restricción de signo}$$

En esta expresión,  $j(1...N)$  representan las DMUS, que pueden utilizar inputs ( $i=1,...,I$ ) para producir  $d$  *good outputs* ( $d=1,...,D$ ) y  $z$  *bad outputs* ( $z$ ). Designándole al vector  $x_{ij}$  la cantidad de *input*  $i$  utilizado por la DMU $j$ , al vector  $y_{dj}$  el número de *good output*  $d$  producido por la DMU $j$ , y al vector  $dz_j$  el monto de *bad output*  $z$  producido por la DMU  $j$ . El símbolo  $\varepsilon$ , resulta una constante no-arquimediana,  $s$  la *slack* de las variables, y  $\lambda_j$  el vector de intensidad. La restricción asume que la tecnología muestra rendimientos variables a escala. El escalar representa el decremento o incremento radial para  $d$  y  $z$  por la unidad evaluada variando en 0 y 1 su rango, por lo que tomará valor unitario cuando una unidad sea eficiente y menor a ésta, cuando sea ineficiente (Sueyoshi y Goto, 2010; Wang *et al.*, 2013).

### 5.3 Unidades de Toma de Decisión (DMU's)

Con estricto apego al modelo envolvente de datos, es necesario designar las Unidades de Toma de Decisión (*Decisión Marking Unit*) DMU's, que son responsables de producir salidas buenas y malas (*outputs* y *bad outputs*) en base a la utilización de entradas (*inputs*). Considerando la naturaleza y alcance del proyecto, se seleccionó lo siguiente:

Se tomarán como DMU's las Direcciones Locales y Organismos de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua a nivel nacional, con sede en cada una de las entidades federativas (véase Cuadro 20).

Cuadro 20. Direcciones Locales y Organismos de Cuenca de la CONAGUA

| Direcciones Locales     | Organismos de Cuenca                               |
|-------------------------|----------------------------------------------------|
| 1.- Aguascalientes      | 20.- Península de Baja California; Baja California |
| 2.- Baja California Sur | 21.- Noroeste; Sonora                              |
| 3.- Campeche            | 22.- Pacífico Norte; Sinaloa                       |
| 4.- Chihuahua           | 23.- Balsas; Morelos                               |
| 5.- Colima              | 24.- Pacífico Sur; Oaxaca                          |
| 6.- Durango             | 25.- Río Bravo; Nuevo León                         |
| 7.- Estado de México    | 26.- Cuencas Centrales del Norte; Coahuila         |
| 8.- Guanajuato          | 27.- Lerma Santiago Pacifico; Jalisco              |
| 9.-Guerrero             | 28.- Golfo Norte; Tamaulipas                       |
| 10.- Hidalgo            | 29.- Golfo Centro; Veracruz                        |
| 11.- Michoacán          | 30.- Frontera Sur; Chiapas                         |
| 12.- Nayarit            | 31.- Península de Yucatán; Yucatán                 |
| 13.- Puebla             | 32.- Aguas del Valle de México; Ciudad de México   |
| 14.- Querétaro          |                                                    |
| 15.- Tlaxcala           |                                                    |
| 16.- Zacatecas          |                                                    |
| 17.- Quintana roo       |                                                    |
| 18.- San Luis Potosí    |                                                    |
| 19.- Tabasco            |                                                    |

Fuente: Elaboración propia a partir de (Acuerdo por el que se determina la de circunscripción territorial de los Organismos de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua, 2010).

## 5.4 Variables disponibles para el análisis de eficiencia

La selección de variables para el análisis de eficiencia en la implementación de sanciones (considerando el limitado estudio en la materia) se realizó en base al análisis detallado de estudios no paramétricos en materia judicial, sector público y medio ambiente debido al grado de identidad jurídica y técnica administrativa (visibles en los Cuadros 17, 18 y 19), así como de los factores prácticos en la implementación de sanciones que devienen de una base empírica.

Respecto a la selección de *inputs* se tomaron en consideración el número de empleados y presupuesto asignado, propuestos en los trabajos de eficiencia en el sector público (Shu *et al.*, 2011), (Afonso *et al.*, 2009) (Herrala *et al.*, 2012) y (Zamora y Navarro, 2014), (Asandului *et al.*, 2014).

En relación a las salidas u *outputs*, se consideraron el número de sentencias emitidas o casos resueltos, sugeridos en los estudios de eficiencia judicial realizados por (Maia *et al.*, 2012), (García y Rosales, 2011), (Urrego y Diaz, 2018), (Valencia y Almanza, 2022), (Falavinga y Ippoliti, 2023).

De acuerdo a los estudios de eficiencia ambiental realizados por (Arcelus y Arocena, 2005), (Ramanathan, 2016), (Wang *et al.*, 2013b), (Sueyoshi y Yuan, 2015), (Shabani *et al.*, 2015), (Gudipudi *et al.*, 2018), (Kutty *et al.*, 2022) se recogieron adicionalmente *outputs* como indicadores de calidad ambiental y *bad outputs* como parámetros químicos-biológicos, que afectan el entorno natural.

Finalmente, del enfoque empírico<sup>19</sup>, se obtuvieron diversos factores de carácter jurídico y técnico que se desarrollan en la Comisión Nacional del Agua tales como servidores públicos, inspecciones, permisos de descargas de aguas residuales, permisos otorgados de hecho, impugnaciones, calidad del agua y presupuesto asignado.

A partir de la revisión literaria y del análisis de los factores prácticos en la implementación de sanciones, así como de la información disponible, los *inputs*, *outputs* y *bad outputs* seleccionados para el modelo de eficiencia son los siguientes;

#### 5.4.1 Inputs

Los insumos, también conocidos como inputs, son aquellos elementos que intervienen en la producción de un servicio o producto y que poseen un carácter explicativo en el análisis de eficiencia. Basándose en estudios previos de eficiencia y en la experiencia profesional, se llevó a cabo un proceso de recolección de datos para identificar y seleccionar los inputs más relevantes, los cuales se describen de la siguiente manera:

---

<sup>19</sup> Obtenido del ejercicio profesional ininterrumpido durante 12 años en la Dirección local Michoacán de la CONAGUA.

- Personal de inspección. Número de trabajadores técnicos-certificados, que desahogan visitas de inspección para verificar descargas de aguas residuales en cuerpos de propiedad nacional adscritos a las diferentes Direcciones locales y Organismos de cuenca de la Comisión Nacional del Agua.
- Permisos de descarga. Número de permisos de descarga de aguas residuales emitidas por la CONAGUA en sus diferentes Direcciones locales y Organismos de cuenca del País.
- Visitas de inspección. Número de diligencias que se materializan mediante actas de visitas en el ámbito de competencia territorial, ya sean Direcciones locales y Organismos de cuenca de la CONAGUA.
- Presupuesto asignado a la subdirección de administración del agua. Monto en pesos, destinado para las actividades de inspección y calificación de infracciones por descargas de aguas residuales de las diferentes Direcciones locales y Organismos de cuenca de la CONAGUA.
- Sanciones económicas por descargas de aguas residuales: Número de multas impuestas por las diferentes Direcciones Locales y Organismos de Cuenca de la CONAGUA.

#### 5.4.2 *Outputs*

Los *outputs*, son producto de la implementación de los insumos o *inputs*, los cuales pueden ser cuantificados de acuerdo al objeto de estudio. Basándose en las referencias citadas y en el propósito de la investigación, se seleccionó el siguiente output:

- Porcentaje de agua libre de contaminación. Resulta, de acuerdo con el semáforo de calidad del agua, al porcentaje de agua superficial de tipo lótico (por cada Estado de la República) que no rebasa los límites máximos permisibles de los diferentes parámetros físico-químicos en las descargas de

aguas residuales industriales y público urbanas previstos en la NOM-001-SEMARNAT-2021.

### 5.4.3 *Bad outputs*

Los *bad outputs*, responden a aquellas salidas indeseables inherentes al proceso de producción. Al representar efectos adversos, la expectativa en este tipo de análisis es minimizarlos. Tomando como referente los estudios de eficiencia ambientales que contienen salidas de este tipo, se determinó en el presente proyecto como salida indeseable la siguiente:

- Porcentaje de agua fuera de la NOM 001. Corresponde al porcentaje de agua superficial en sistema lóticos que rebasan los límites máximos permisibles contenidos en la NOM 001, el cual representa la vulneración de parámetros físico químicos como DBO, DQO, TOX, ENTEROC, E\_COLI, CF, SST y OD%.

La Tabla 6, detalla las fuentes de información de las variables seleccionadas, utilizadas para la obtención de información y construcción de bases de datos necesarias para realizar la evaluación de eficiencia.

Tabla 6. Variables disponibles en la Comisión Nacional del Agua

| <i>Inputs</i>                     | <i>Fuente</i>                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Inspecciones                      | Versión Pública de visitas de Inspección<br><a href="https://www.gob.mx/conagua/es/documentos/der-echos-y-obligaciones-de-los-usuarios-ante-una-visita-de-inspeccion">https://www.gob.mx/conagua/es/documentos/der-echos-y-obligaciones-de-los-usuarios-ante-una-visita-de-inspeccion</a> |
| Servidores Públicos (inspectores) | Fuentes internas de la CONAGUA                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Sanciones                         | Sistema de Inicios de Procedimientos Administrativos de la CONAGUA (SIPA)                                                                                                                                                                                                                 |
| Permisos de Descarga              | Consulta a la base de datos del REPDA.<br><a href="https://app.conagua.gob.mx/consultarepda.aspx">https://app.conagua.gob.mx/consultarepda.aspx</a>                                                                                                                                       |
| Presupuesto                       | Fuentes internas de la CONAGUA                                                                                                                                                                                                                                                            |

| <b>Output</b>                             | <b>Fuente</b>                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Porcentaje de agua libre de contaminación | Sistema de información de la CONAGUA:<br><a href="https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/SINA/?opcion=calidad">https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/SINA/?opcion=calidad</a> |
| <b>Bad Output</b>                         | <b>Fuente</b>                                                                                                                                                            |
| Porcentaje de agua fuera de la NOM        | Sistema de información de la CONAGUA:<br><a href="https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/SINA/?opcion=calidad">https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/SINA/?opcion=calidad</a> |

Fuente: Elaboración propia a partir de información proveída por la Comisión Nacional del Agua, así como en Sistema de Información del Agua (SINA) de la Comisión Nacional el Agua, disponible en: <https://sinav30.conagua.gob.mx:8080>)

Con el objetivo de garantizar un modelo más robusto y confiable, amén de llevar un proceso de selección de variables basado en una revisión literaria y un análisis empírico sólido, es menester llevar a cabo un proceso de reducción de datos que permita la precisión de resultados en la evaluación final.

## 5.5 Análisis Factorial

El análisis factorial es una técnica de reducción de datos que ayuda a encontrar grupos homogéneos de variables a partir de un conjunto de datos. Estos grupos, se forman con variables que tienen alto grado de correlación, llevándolos a la independencia entre unos y otros grupos (Navarro *et al.*, 2016; Navarro y Delfín, 2020).

Esta noción la comparte también (López y Fachelli, 2015; Navarro *et al.*, 2016), al sostener que el AF reduce la cantidad de factores o dimensiones subyacentes en comparación con el conjunto original de variables. Los factores representan nuevas variables que se crean mediante la combinación de las variables originales, cada una con una contribución distinta, siendo su objetivo central, encontrar el número mínimo de dimensiones que puedan explicar la mayor cantidad de información.

De acuerdo a las necesidades de la investigación, el AF puede ser de tipo exploratorio (AFE) y de confirmación AFC), entendiendo el primero como aquel que



busca obtener la mejor estructura de las interrelaciones de las variables, mientras que el segundo, parte de una hipótesis respecto a la constitución de las variables, sujetas a si los datos se ajustan o no a la estructura (Avendaño *et al.*, 2014). El tipo de análisis que merece esta investigación, partiendo de lo referido, es el análisis exploratorio, ya que busca ajustar las variables de la forma al modelo.

#### 5.5.1 Proceso de reducción de datos

El análisis factorial está comprendido por cuatro etapas (Montoya, 2007; Navarro, *et al.*, 2016): Matriz de correlaciones (expresada en una matriz de correlación, una Matriz Anti-imagen, una prueba de adecuación KMO, test de Esfericidad, el cálculo de comunalidades), extracción de número óptimo de factores, rotación de factores y estimación de factores nuevos encontrados.

La matriz de correlación se utiliza para evaluar el nivel de confianza en los coeficientes de correlación entre variables. Aunque el tipo de correlación más común es el de Pearson, la correlación de Spearman resulta particularmente útil en contextos donde los datos son ordinales o carecen de una distribución normal. Al igual que el análisis de eficiencia, Spearman es un método no paramétrico que destaca por capturar relaciones no estrictamente lineales, lo que permite obtener resultados menos sesgados y más representativos en conjuntos de datos heterogéneos. (Higgins, 2004; Conover, 1980; Friedman y Rafsky, 1979; Cooper *et al.*, 2006).

Para determinar si las correlaciones son adecuadas y si se acepta la hipótesis nula, se utilizan dos pruebas clave. La primera es el índice de adecuación de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), que evalúa la calidad de las correlaciones entre las variables. Este índice arroja valores entre 0 y 1, donde valores inferiores a 0.5 indican que el análisis factorial no es viable. La segunda es la prueba de esfericidad de Bartlett, que verifica si las correlaciones entre las variables son significativamente diferentes de cero. Esto se comprueba analizando el determinante de la matriz de

correlaciones; si el resultado es menor a 0.05, se concluye que existe una correlación idónea y, por lo tanto, el análisis factorial es apropiado (Mora *et al.*, 2019).

Con el objeto de verificar si los resultados derivados de la prueba de KMO y test de esfericidad de Bartlett son aptos para continuar con el AF, es necesario calcular la tabla de comunalidades, que estima la variabilidad de cada variable explicada por el conjunto de factores. La explicación de la comunalidad inicial es el grado de correlación múltiple de entre cada variable y las demás, donde usualmente muestran valores de 1.000. La comunalidad final o de extracción indica cuánta de esa varianza es efectivamente explicada por los factores extraídos (Hair *et al.*, 2019)

Cuando las variables están adecuadamente representadas por los factores extraídos, se genera una tabla que muestra el porcentaje de varianza explicada por cada factor. Esta tabla permite identificar cómo los diferentes factores contribuyen a explicar la variabilidad observada en el conjunto de datos (Logroño *et al.*, 2024).

El grado de correspondencia entre las variables y los factores se refleja en la matriz de componentes, obtenida a través del método de Análisis de Componentes Principales (ACP). No obstante, para reducir la ambigüedad en los resultados, Montoya (2007) sugiere aplicar una rotación de componentes utilizando el método de varianzas máximas (VARIMAX). Este método facilita la interpretación de los resultados al simplificar las relaciones entre filas y columnas, sin alterar los criterios originales establecidos en la matriz inicial.

El análisis factorial, como se advierte, es una herramienta esencial para simplificar datos y descubrir estructuras subyacentes que explican la mayor cantidad de información posible. A través de sus distintas etapas, permite identificar las variables más relevantes y optimizar su ajuste al modelo, garantizando así una base sólida y confiable para realizar el análisis de eficiencia.

## **CAPÍTULO VI**

# **ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA EFICIENCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE SANCIONES POR DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES**

Con el objetivo de presentar los hallazgos de la evaluación de eficiencia, este capítulo se estructura en dos secciones principales. En la primera, se exponen los resultados del análisis factorial, el cual permitió identificar y seleccionar las variables definitivas del modelo tras completar el proceso de reducción de datos descrito en el apartado anterior. La segunda sección aborda los resultados del análisis de eficiencia técnica aplicado a la implementación de sanciones por descargas de aguas residuales en el Estado de Michoacán durante el ejercicio 2022, utilizando para ello el *software* MaxDEA.

### **6.1 Resultados del Análisis factorial.**

Atendiendo al proceso de reducción de datos propuesto por Montoya (2007) y Navarro *et al.* (2016), se realizó un análisis en el programa *Statistical Product and Service Solutions (SPSS)*. Como paso inicial, se verificaron los supuestos necesarios para determinar la aplicabilidad de la matriz de correlaciones de Spearman en lugar de la de Pearson. Para ello, se llevó a cabo una prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors para las variables incluidas en el modelo.

Los resultados de la prueba, muestran que las variables Visitas de Inspección ( $p = 0.000$ ), Inspectores ( $p = 0.000$ ), Sanciones ( $p = 0.000$ ), Presupuesto ( $p = 0.000$ ), % de agua fuera de la NOM 001 ( $p = 0.028$ ) y % de agua libre de contaminación ( $p = 0.031$ ) no cumplen con el supuesto de normalidad, dado que sus p-valores son menores a 0.05. Por otro lado, la variable Permisos de Descarga obtuvo un p-valor de 0.144, lo que indica que no existen evidencias suficientes para rechazar la hipótesis de normalidad en este caso.

Con base en estos resultados, y dado que la mayoría de las variables no cumplen con el supuesto de normalidad (6 de 7), se concluye que el uso de la matriz de correlaciones de Spearman es una elección viable y adecuada para este análisis, ya que, al ser una técnica no paramétrica que no exige que las variables sigan una distribución normal, garantiza que el análisis sea consistente y apropiado para las características de los datos disponibles (Véase ANEXO 4).

Siguiendo con el proceso y considerando la revisión literaria junto con los factores prácticos disponibles, se construyó dicha matriz de correlaciones, integrando las variables *inputs*, *outputs* y *bad output*, cuyos resultados se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Matriz de correlaciones de Spearman

|                 |                                                   |                             | Correlaciones                                                    |              |                     |           |             |                                           |                                                   |
|-----------------|---------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|-----------|-------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|                 |                                                   |                             | Permisos de DAR                                                  | Inspecciones | Servidores públicos | Sanciones | Presupuesto | Porcentaje de agua libre de contaminación | Porcentaje agua fuera de la NOM-001-SEMARNAT-2021 |
| Rho de Spearman | Permisos de DAR                                   | Coefficiente de correlación | 1,000                                                            | -,021        | -,311               | ,079      | ,076        | ,155                                      | -,316                                             |
|                 |                                                   | Sig. (bilateral)            | .                                                                | ,908         | ,083                | ,667      | ,679        | ,396                                      | ,078                                              |
|                 |                                                   | N                           | 32                                                               | 32           | 32                  | 32        | 32          | 32                                        | 32                                                |
|                 | Inspecciones                                      | Coefficiente de correlación | -,021                                                            | 1,000        | ,142                | ,679**    | ,174        | ,181                                      | -,175                                             |
|                 |                                                   | Sig. (bilateral)            | ,908                                                             | .            | ,437                | ,000      | ,340        | ,321                                      | ,337                                              |
|                 |                                                   | N                           | 32                                                               | 32           | 32                  | 32        | 32          | 32                                        | 32                                                |
|                 | Servidores públicos                               | Coefficiente de correlación | -,311                                                            | ,142         | 1,000               | ,258      | ,134        | -,031                                     | -,035                                             |
|                 |                                                   | Sig. (bilateral)            | ,083                                                             | ,437         | .                   | ,154      | ,466        | ,866                                      | ,848                                              |
|                 |                                                   | N                           | 32                                                               | 32           | 32                  | 32        | 32          | 32                                        | 32                                                |
|                 | Sanciones                                         | Coefficiente de correlación | ,079                                                             | ,679**       | ,258                | 1,000     | -,233       | -,024                                     | -,089                                             |
|                 |                                                   | Sig. (bilateral)            | ,667                                                             | ,000         | ,154                | .         | ,200        | ,895                                      | ,629                                              |
|                 |                                                   | N                           | 32                                                               | 32           | 32                  | 32        | 32          | 32                                        | 32                                                |
|                 | Presupuesto                                       | Coefficiente de correlación | ,076                                                             | ,174         | ,134                | -,233     | 1,000       | ,202                                      | -,188                                             |
|                 |                                                   | Sig. (bilateral)            | ,679                                                             | ,340         | ,466                | ,200      | .           | ,267                                      | ,303                                              |
|                 |                                                   | N                           | 32                                                               | 32           | 32                  | 32        | 32          | 32                                        | 32                                                |
|                 | Porcentaje de agua libre de contaminación         | Coefficiente de correlación | ,155                                                             | ,181         | -,031               | -,024     | ,202        | 1,000                                     | -,840**                                           |
|                 |                                                   | Sig. (bilateral)            | ,396                                                             | ,321         | ,866                | ,895      | ,267        | .                                         | ,000                                              |
|                 |                                                   | N                           | 32                                                               | 32           | 32                  | 32        | 32          | 32                                        | 32                                                |
|                 | Porcentaje agua fuera de la NOM-001-SEMARNAT-2021 | Coefficiente de correlación | -,316                                                            | -,175        | -,035               | -,089     | -,188       | -,840**                                   | 1,000                                             |
|                 |                                                   | Sig. (bilateral)            | ,078                                                             | ,337         | ,848                | ,629      | ,303        | ,000                                      | .                                                 |
|                 |                                                   | N                           | 32                                                               | 32           | 32                  | 32        | 32          | 32                                        | 32                                                |
|                 |                                                   |                             | ** La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral). |              |                     |           |             |                                           |                                                   |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados arrojados en el *software* SPSS

La correlación más fuerte y significativa (relación inversa relevante) se encuentra entre el porcentaje de agua libre de contaminación y el porcentaje agua fuera de la NOM ( $\rho=-0.840$ ,  $\rho=-0.840$ ). Así mismo las inspecciones y sanciones muestran una correlación positiva significativa ( $\rho=0.679$ ,  $\rho=0.679$ ) reforzando la relación y coherencia en el contexto del modelo.

Por otro lado, debido a que la variable “permisos de descarga” presentó el valor más bajo en la medida de adecuación de la muestra arrojada en la Matriz Anti-imagen, se excluyó de la base para mejorar la calidad y fiabilidad del modelo factorial (Véase Tabla 8).

Tabla 8. Matrices anti-imagen

| Matrices anti-imagen    |                                                   |                   |                   |                     |                   |                   |                                   |                                                   |
|-------------------------|---------------------------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------|
|                         |                                                   | Permisos de DAR   | Inspecciones      | Servidores públicos | Multas            | Presupuesto       | Porcentaje libre de contaminación | Porcentaje agua fuera de la NOM-001-SEMARNAT-2021 |
| Covarianza anti-imagen  | Permisos de DAR                                   | ,773              | ,131              | ,284                | -,078             | -,132             | ,158                              | ,173                                              |
|                         | Inspecciones                                      | ,131              | ,755              | ,029                | -,351             | -,052             | ,030                              | 4.62E-02                                          |
|                         | Servidores públicos                               | ,284              | ,029              | ,755                | -,049             | -,283             | ,135                              | ,053                                              |
|                         | Sanciones                                         | -,078             | -,351             | -,049               | ,730              | ,096              | ,035                              | ,123                                              |
|                         | Presupuesto                                       | -,132             | -,052             | -,283               | ,096              | ,783              | -,067                             | ,116                                              |
|                         | Porcentaje de agua libre de contaminación         | ,158              | ,030              | ,135                | ,035              | -,067             | ,620                              | ,340                                              |
|                         | Porcentaje agua fuera de la NOM-001-SEMARNAT-2021 | ,173              | 4.62E-02          | ,053                | ,123              | ,116              | ,340                              | ,561                                              |
| Correlación anti-imagen | Permisos de DAR                                   | ,338 <sup>a</sup> | ,172              | ,372                | -,103             | -,170             | ,229                              | ,262                                              |
|                         | Inspecciones                                      | ,172              | ,476 <sup>a</sup> | ,038                | -,473             | -,068             | ,043                              | 7.10E-02                                          |
|                         | Servidores públicos                               | ,372              | ,038              | ,384 <sup>a</sup>   | -,067             | -,368             | ,198                              | ,082                                              |
|                         | Sanciones                                         | -,103             | -,473             | -,067               | ,471 <sup>a</sup> | ,127              | ,053                              | ,192                                              |
|                         | Presupuesto                                       | -,170             | -,068             | -,368               | ,127              | ,498 <sup>a</sup> | -,096                             | ,175                                              |
|                         | Porcentaje de agua libre de contaminación         | ,229              | ,043              | ,198                | ,053              | -,096             | ,460 <sup>a</sup>                 | ,576                                              |
|                         | Porcentaje agua fuera de la NOM-001-SEMARNAT-2021 | ,262              | 7.10E-02          | ,082                | ,192              | ,175              | ,576                              | ,512 <sup>a</sup>                                 |

a. Medidas de adecuación de muestreo (MSA)

Fuente: Elaboración propia con base en el análisis factorial en *software* SPSS.

Siguiendo con el proceso de reducción, la prueba kaiser-Meyer-Olkin y test de esfericidad de Bartlett, arrojó los valores siguientes (véase Tabla 8):

Tabla 9. Resultados de las pruebas KMO y Bartlett

| Prueba de KMO y Bartlett                            |                     |        |
|-----------------------------------------------------|---------------------|--------|
| Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo |                     | ,512   |
| Prueba de esfericidad de Bartlett                   | Aprox. Chi-cuadrado | 26,037 |
|                                                     | gl                  | 15     |
|                                                     | Sig.                | ,038   |

Fuente: Elaboración propia con base en el análisis factorial en *software* SPSS.

Considerando que los resultados tienen una calidad adecuada según la prueba de K.M.O, (al superar el índice de .5) y al confirmar que las correlaciones son significativas en el test de esfericidad (dado que el valor de significancia es menor a .05), es factible continuar con el AF.

Siguiendo con el proceso de reducción de datos, la tabla de comunalidades y varianza total explicada, visibles en las Tablas 10 y 11, expresaron los siguientes valores:

Tabla 10. Resultado de Comunalidades de las variables para el AF

| Comunalidades                                              |         |            |
|------------------------------------------------------------|---------|------------|
|                                                            | Inicial | Extracción |
| Inspecciones                                               | 1,000   | ,725       |
| Servidores públicos                                        | 1,000   | ,760       |
| Sanciones                                                  | 1,000   | ,747       |
| Presupuesto                                                | 1,000   | ,694       |
| Porcentaje agua libre de contaminación                     | 1,000   | ,771       |
| Porcentaje agua fuera de la NOM-001-SEMARNAT-2021          | 1,000   | ,780       |
| Método de extracción: análisis de componentes principales. |         |            |

Fuente: Elaboración Propia con base en el análisis factorial en *software* SPSS.

Tabla 11. Varianza total explicada

| Varianza total explicada                                   |                       |               |             |                                              |               |             |                                            |               |             |
|------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------|-------------|----------------------------------------------|---------------|-------------|--------------------------------------------|---------------|-------------|
| Componente                                                 | Autovalores iniciales |               |             | Sumas de cargas al cuadrado de la extracción |               |             | Sumas de cargas al cuadrado de la rotación |               |             |
|                                                            | Total                 | % de varianza | % acumulado | Total                                        | % de varianza | % acumulado | Total                                      | % de varianza | % acumulado |
| 1                                                          | 1,786                 | 29,773        | 29,773      | 1,786                                        | 29,773        | 29,773      | 1,674                                      | 27,898        | 27,898      |
| 2                                                          | 1,439                 | 23,977        | 53,750      | 1,439                                        | 23,977        | 53,750      | 1,484                                      | 24,734        | 52,632      |
| 3                                                          | 1,251                 | 20,857        | 74,607      | 1,251                                        | 20,857        | 74,607      | 1,318                                      | 21,975        | 74,607      |
| 4                                                          | ,615                  | 10,243        | 84,850      |                                              |               |             |                                            |               |             |
| 5                                                          | ,531                  | 8,848         | 93,698      |                                              |               |             |                                            |               |             |
| 6                                                          | ,378                  | 6,302         | 100,000     |                                              |               |             |                                            |               |             |
| Método de extracción: análisis de componentes principales. |                       |               |             |                                              |               |             |                                            |               |             |

Fuente: Elaboración Propia con base en el análisis factorial en *software* SPSS.

Los resultados muestran que el modelo captura una parte significativa de la varianza de las variables originales. Las comunalidades iniciales presentan valores adecuados, con un nivel inicial de 1.000, mientras que las comunalidades extraídas reflejan que la mayoría de las variables están bien representadas. La varianza total explicada ilustra que los tres primeros factores son los más significativos, explicando juntos aproximadamente el 74.6% de la varianza total.

La gráfica de sedimentación del AF, visible en el Gráfico 15, respalda los resultados obtenidos en la tabla de varianza total, destacando que tres componentes principales explican el 74.607% del problema.

Gráfico 15. Gráfica de sedimentación



Fuente: Elaboración propia con base en el software SPSS.

Finalmente, con el objeto de conocer las cargas factoriales, la interpretación mediante métodos Varimax y cómo los factores se han ajustado mediante rotación para asegurar la coherencia del modelo y validar su estructura final, es necesario revisar los resultados de las Tablas 12, 13 y 14.

Tabla 12. Matriz de componente <sup>a</sup>

| <b>Matriz de componente <sup>a</sup></b>                                                 |            |          |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------|----------|
|                                                                                          | Componente |          |          |
|                                                                                          | <b>1</b>   | <b>2</b> | <b>3</b> |
| Inspecciones                                                                             | ,293       | ,796     | ,073     |
| Servidores público                                                                       | ,163       | ,000     | ,856     |
| Sanciones                                                                                | ,395       | ,766     | -,063    |
| Presupuesto                                                                              | ,530       | -,287    | ,576     |
| Porcentaje de agua libre de contaminación                                                | ,729       | -,323    | -,367    |
| Porcentaje agua fuera de la NOM-                                                         | -,840      | ,176     | ,207     |
| Método de extracción: análisis de componentes principales.<br>a 3 componentes extraídos. |            |          |          |

Fuente: Elaboración propia con base en el software SPSS.

Tabla 13. Matriz de componente rotado <sup>a</sup>

| <b>Matriz de componente rotado<sup>a</sup></b>                                                                                                                                     |            |          |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------|----------|
|                                                                                                                                                                                    | Componente |          |          |
|                                                                                                                                                                                    | <b>1</b>   | <b>2</b> | <b>3</b> |
| Inspecciones                                                                                                                                                                       | -,037      | ,849     | ,051     |
| Servidores público                                                                                                                                                                 | -,178      | ,072     | ,850     |
| Sanciones                                                                                                                                                                          | ,113       | ,856     | -,037    |
| Presupuesto                                                                                                                                                                        | ,339       | -,067    | ,758     |
| Porcentaje de agua libre de contaminación                                                                                                                                          | ,876       | -,044    | -,043    |
| fuera de la NOM-001-SEMARNAT-                                                                                                                                                      | -,864      | -,136    | -,123    |
| Método de extracción: análisis de componentes principales.<br>Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser. <sup>a</sup><br>a. La rotación ha convergido en 4 iteraciones. |            |          |          |

Fuente: Elaboración propia con base en el software SPSS.



Tabla 14. Matriz de transformación de componente

| Matriz de transformación de componente                     |       |      |       |
|------------------------------------------------------------|-------|------|-------|
| Componente                                                 | 1     | 2    | 3     |
| 1                                                          | ,867  | ,362 | ,343  |
| 2                                                          | -,330 | ,932 | -,148 |
| 3                                                          | -,373 | ,015 | ,928  |
| Método de extracción: análisis de componentes principales. |       |      |       |
| Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.      |       |      |       |

Fuente: Elaboración propia con base en el software SPSS.

Las variables en la matriz inicial (Tabla 12), presentan cargas distributivas que dificultan su agrupación, sin embargo, con la rotación Varimax (Tabla 13), muestran una mejor adecuación, identificando en el primer componente la calidad del agua, representada por el porcentaje de agua libre de contaminación (,876) y el porcentaje fuera de la NOM-001-SEMARNAT-2021 (-,864). El segundo componente resalta las inspecciones (,849) y sanciones (,856) vinculados a la operatividad o regulación ambiental. Finalmente, el tercer componente agrupa a los servidores públicos (,850) y presupuesto (,758) en una dimensión administrativa.

Finalmente, de acuerdo a la matriz de transformación (visible en la Tabla 14) los pesos principales en los ejes diagonales (0.867, 0.932, 0.928) indican que cada componente se alinea con su propia dimensión en el espacio factorial, mientras que las contribuciones cruzadas fuera de la diagonal principal (-0.330, 0.362 y -0.373) confirman una rotación óptima y una diferenciación clara entre componentes.

Estos resultados finales del Análisis Factorial confirman que las variables (servidores públicos, presupuesto, sanciones, inspecciones, porcentaje de agua de buena calidad y porcentaje de agua fuera de la NOM) son adecuadas para realizar una prueba de eficiencia dada su confiabilidad, correlación, independencia y constructos bien definidos entre ellas.

### 6.1.1 Selección de *Inputs*, *outputs* y *bad outputs*

De acuerdo a los resultados en el análisis factorial, se logró ubicar las variables (*inputs*, *outputs* y *bad putput*) más idóneas para realizar el análisis de eficiencia con mayor apego a la realidad y menor riesgo de sesgo, quedando de la siguiente forma (Véase Cuadro 20):

Cuadro 21. *Inputs*, *Outputs* y *Bad outputs* definitivos.

|                          |                                                             |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <b><i>Inputs</i></b>     | Sanciones, Inspectores, Inspecciones y Presupuesto asignado |
| <b><i>Outputs</i></b>    | Porcentaje de agua de buena calidad                         |
| <b><i>Badoutputs</i></b> | Porcentaje de agua fuera de la NOM-001-SEMARNAT-2021        |

Fuente: Elaboración propia con base en el Análisis Factorial.

Tras el proceso de reducción de datos, marcado por una prueba de correlación de tipo no paramétrica como la de Spearman y sustentada por una prueba de Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors para las variables incluidas en el modelo, donde 6 de 7 de ellas son menores al p-valor (0.05), las variables citadas en el cuadro que antecede, son idóneas para realizar la prueba de análisis envolvente de datos, dado el coeficiente de correlación y confianza arrojado.

## 6.2 Eficiencia de la Comisión Nacional del Agua en la implementación de sanciones por descargas de aguas residuales, 2022.

En este apartado se muestran los resultados de eficiencia técnica de la Comisión Nacional del Agua a través de sus oficinas locales y regionales en el control de la contaminación de cuerpos receptores tipo lóticos por descargas de aguas residuales, a través de la implementación de sanciones durante el año 2022. Es menester precisar que la evaluación de la eficiencia, se realizó con base en datos oficiales y ejecutado a través del *software* MaxDea. Como ya se hizo mención en el

capítulo anterior, el índice de eficiencia técnica se calcula con orientación al *input* y mediante rendimientos variables a escala (VRS) con presencia de *bad output*.

En este capítulo se describen, en primer lugar, los niveles de eficiencia alcanzados por cada entidad federativa (que representan las direcciones y organismos de cuenca de la autoridad del agua). A continuación, se desarrolla una escala de eficiencia basada en los resultados globales. Finalmente, en una tercera y cuarta sección, se profundiza en el *benchmarking* y se presenta el análisis de *slack* por estado.

De acuerdo con los resultados, visibles en la Tabla 15, los niveles de eficiencia en las entidades del país con presencia de la CONAGUA son subóptimos, ya que 23 de ellas no implementan de manera adecuada las sanciones económicas para lograr una mejora en la calidad del agua superficial y al mismo tiempo reducir los niveles de contaminación que exige la NOM-001-SEMARNAT-2021 a causa de las descargas de aguas residuales.

Las direcciones locales y organismos de cuenca con índice de eficiencia fueron aquellas con sede en Aguascalientes, Baja California sur, Coahuila, Colima, Nuevo León, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas. Estos resultados permiten identificar que los recursos fueron empleados de manera adecuada, impactando directamente en la reducción de la contaminación y la capacidad de mejorar la calidad del agua en cuerpos receptores tipo lótico.

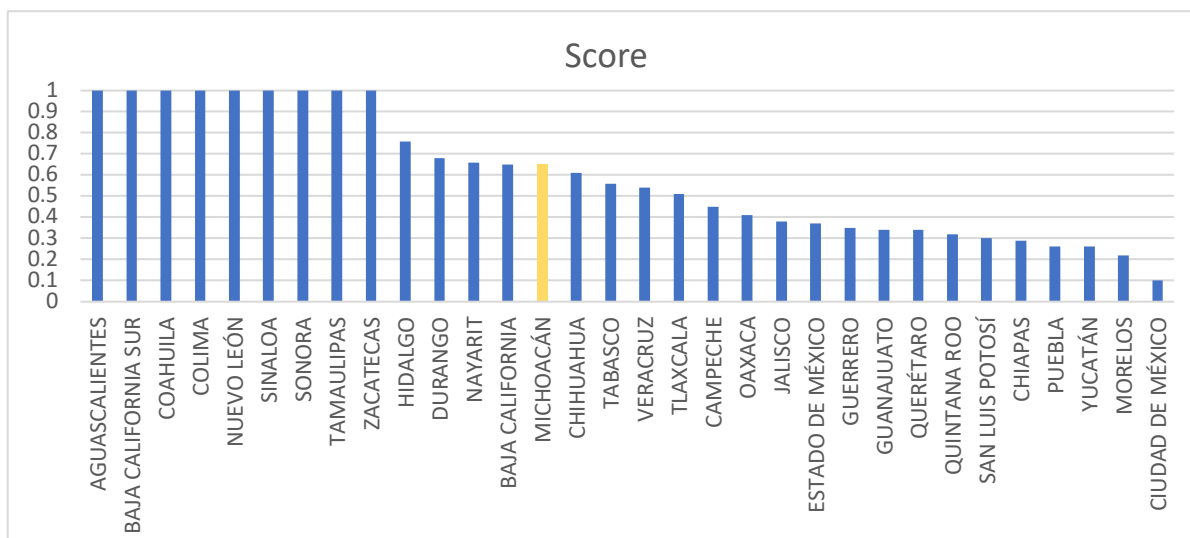
Tabla 15. Índice global de la eficiencia en la implementación de sanciones por descargas de aguas residuales por la CONAGUA, 2022.

| DMU                 | Score | DMU             | Score |
|---------------------|-------|-----------------|-------|
| Aguascalientes      | 1     | Morelos         | 0.22  |
| Baja California     | 0.65  | Nayarit         | 0.66  |
| Baja California Sur | 1     | Nuevo León      | 1     |
| Campeche            | 0.45  | Oaxaca          | 0.41  |
| Chiapas             | 0.29  | Puebla          | 0.26  |
| Chihuahua           | 0.61  | Querétaro       | 0.34  |
| Ciudad de México    | 0.1   | Quintana Roo    | 0.32  |
| Coahuila            | 1     | San Luis Potosí | 0.3   |
| Colima              | 1     | Sinaloa         | 1     |
| Durango             | 0.68  | Sonora          | 1     |
| Estado de México    | 0.37  | Tabasco         | 0.56  |
| Guanajuato          | 0.34  | Tamaulipas      | 1     |
| Guerrero            | 0.35  | Tlaxcala        | 0.51  |
| Hidalgo             | 0.76  | Veracruz        | 0.54  |
| Jalisco             | 0.38  | Yucatán         | 0.26  |
| Michoacán           | 0.65  | Zacatecas       | 1     |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis de eficiencia DEA utilizando el software MaxDea

Los puntajes arriba mencionados se pueden ilustrar gráficamente como se sigue:

Gráfico 16. Resultados de eficiencia globales



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis de eficiencia DEA utilizando el software MaxDea

Se puede apreciar a partir del Gráfico 16, que el Estado de Michoacán se encuentra en un nivel intermedio al encontrarse en el puesto 14 entre las 32 DMU's analizadas. Esto indica, en términos generales, que existe la oportunidad de optimizar los recursos empleados y reforzar el control de la contaminación por descargas puntuales.

### 6.3 Escala de eficiencia en la implementación de sanciones

Con la intención de comprender e identificar de manera adecuada los niveles de eficiencia obtenidos en el presente estudio, se clasificaron en cuatro categorías los resultados: Eficiente (score igual a 1), Subóptimo Intermedio (valores entre 0.9 y 0.6), Subóptimo Grave (valores entre 0.59 y 0.4) y Subóptimo Crítico (índices menores a 0.39).

De acuerdo con los puntajes en el análisis envolvente de datos (Véase Tabla 13) la unidad en el nivel de eficiencia se obtuvo solo por 9 de las 32 oficinas de la CONAGUA con residencia en Aguascalientes, Baja California Sur, Coahuila, Colima, Nuevo León, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas. Esto es, que los insumos fueron aplicados de manera óptima para alcanzar un porcentaje de agua libre de contaminación en cuerpos de aguas superficiales a la par con un menor porcentaje de agua fuera de la norma oficial mexicana.

Es necesario resaltar, que los estados con índices igual a 1, están ubicados en el norte del país, sitio donde, si bien existe una carga poblacional e industrial más alta así como un nivel de desarrollo económico elevado, paradójicamente se encuentran en una zona hidrológica-administrativa con menor disponibilidad de agua que otros Estados del centro y sur del país, lo que demuestra que las Direcciones locales y Organismo de cuenca de la CONAGUA en esa zona, fueron más eficientes en la utilización de sus entradas y reducción del *bad output*. La imagen 3, muestra la ubicación de mérito.

Estados como Baja California, Chihuahua, Durango, Hidalgo, Michoacán y Nayarit, tuvieron un resultado subóptimo intermedio (0.9 y 0.6) con áreas de mejora en la implementación de sanciones y otros insumos para alcanzar el ideal en calidad del agua por descargas de tipo industrial y público urbano. En este contexto se puede apreciar que la tendencia continúa con estados del norte, con posibles áreas de mejora. A esta escala se le suma Michoacán, ubicado en el centro-occidente e Hidalgo, entidad localizada en el centro-este del país (Véase Imagen 4).

Con valores entre 0.59 y 0.4, se identificaron a los Estados de Campeche, Tlaxcala, Veracruz, Tabasco y Oaxaca, quienes a través de la autoridad del agua tuvieron un resultado subóptimo Bajo en la implementación de medios coactivos por descargas de aguas residuales con impacto positivo en cuerpos receptores lóticos. En la imagen 5 se puede apreciar que dichos estados se encuentran en la zona sur este y este del país, zonas con mayor disponibilidad de agua (Véase Imagen 5).

Finalmente, en la Imagen 6, se identifican las Direcciones Locales y Organismos de Cuenca de la CONAGUA con sede en Chiapas, Edo. de México, Guanajuato, Guerrero, Yucatán, San Luis Potosí, Quintana Roo, Querétaro, Puebla, Morelos y la CDMX (con la calificación más baja: .10) que obtuvieron resultados subóptimos críticos, esto es que, los recursos implementados en el control de la contaminación por descargas de aguas residuales fueron empleados de manera ineficiente.

Imagen 3. *Benchmarking* por Entidad Federativa con resultados eficientes.



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis de eficiencia DEA

Imagen 4. *Benchmarking* por Entidad Federativa con resultados Subóptimos Intermedios



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis de eficiencia DEA



Imagen 5. *Benchmarking* por Entidad Federativa con resultados Subóptimos Bajos



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis de eficiencia DEA

Imagen 6. *Benchmarking* por Entidad Federativa con resultados Subóptimos Críticos



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis de eficiencia DEA

El análisis de eficiencia demuestra una marcada disparidad regional en la implementación de sanciones por descargas de aguas residuales en México,

mientras que algunas regiones del norte han logrado la eficiencia, otras áreas, como Michoacán, aún tienen margen de mejora, lo que sugiere optimizar los recursos para alcanzar la unidad en eficiencia. Por otro lado, los estados con resultados críticos requieren una intervención urgente para evitar una mayor degradación de los cuerpos de agua.

Incluir la situación de Michoacán dentro del grupo de estados con resultados subóptimos intermedios refuerza la necesidad de una atención específica, donde las acciones correctivas en la implementación de sanciones puedan traducirse en una mejora sustancial de la calidad del agua y la sostenibilidad de los recursos hídricos. Para ello, es necesario realizar un análisis del *benchmarking* y variables *slack* que permitan robustecer la gestión integral del agua en la entidad.

## 6.4 Resultados de Benchmarking

El *benchmarking*, en el contexto del análisis envolvente de datos (DEA), permite cuantificar el rendimiento necesario de las unidades de decisión DMU's que han obtenido un índice de eficiencia inferior a 1. Estas unidades se comparan con aquellas de características similares en cuanto a su capacidad productiva que han alcanzado la eficiencia óptima.

En el caso particular, las unidades ineficientes, ya sean Direcciones Locales u Organismos de Cuenca de la CONAGUA, se les propone como referencia otras para lograr el nivel de eficiencia. Esta referencia se representa mediante un coeficiente *Lambda* que indica cuánto se debe emular a las unidades eficientes. El Cuadro 22 muestra los resultados obtenidos.

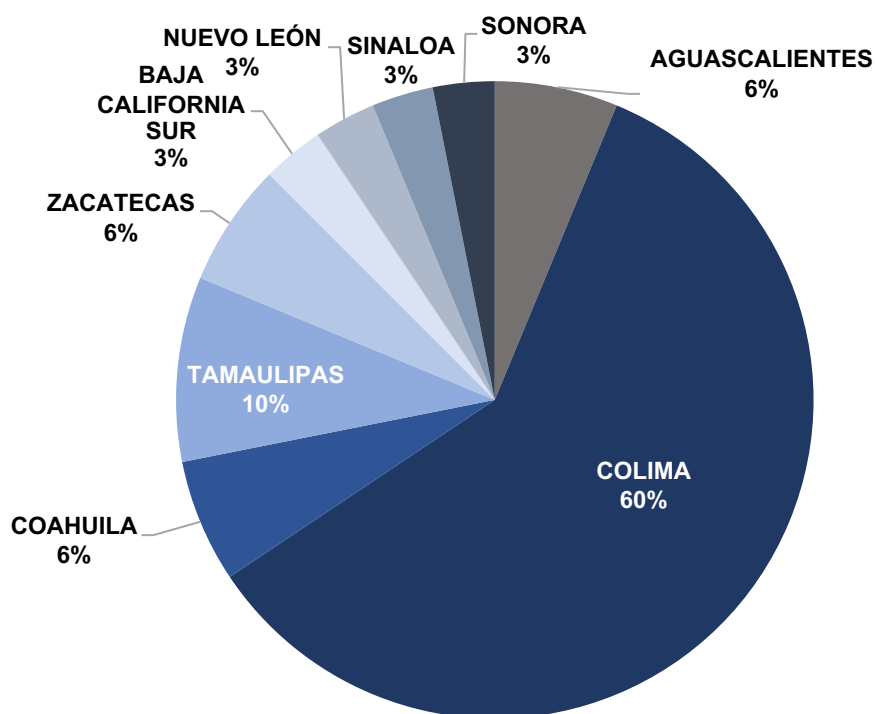
**Cuadro 22. Benchmark (Lambda) de las oficinas a nivel estatal y regional de la Comisión Nacional del Agua.**

| DMU's               | Benchmark (Lambda)                              | DMU's           | Benchmark (Lambda)                       |
|---------------------|-------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------|
| Aguascalientes      | Aguascalientes (1.000000)                       | Nayarit         | Colima (0.010962); Tamaulipas (0.989038) |
| Baja california     | Colima (1.000000)                               | Nuevo león      | Nuevo leon (1.000000)                    |
| Baja california sur | Baja california sur (1.000000)                  | Oaxaca          | Colima (1.000000)                        |
| Campeche            | Colima (1.000000)                               | Puebla          | Colima (1.000000)                        |
| Chiapas             | Colima (1.000000)                               | Querétaro       | Tamaulipas (1.000000)                    |
| Chihuahua           | Coahuila (0.337604);<br>Tamaulipas (0.662396)   | Quintana roo    | Colima (1.000000)                        |
| Ciudad de méxico    | Zacatecas (1.000000)                            | San luis potosí | Tamaulipas (1.000000)                    |
| Coahuila            | Coahuila (1.000000)                             | Sinaloa         | Sinaloa (1.000000)                       |
| Colima              | Colima (1.000000)                               | Sonora          | Sonora (1.000000)                        |
| Durango             | Colima (0.548646); Tamaulipas (0.451354)        | Tabasco         | Colima (1.000000)                        |
| Estado de méxico    | Aguascalientes (0.130825);<br>Colima (0.869175) | Tamaulipas      | Tamaulipas (1.000000)                    |
| Guanajuato          | Colima (1.000000)                               | Tlaxcala        | Colima (0.776564); Sinaloa (0.223436)    |
| Guerrero            | Colima (1.000000)                               | Veracruz        | Colima (1.000000)                        |
| Hidalgo             | Colima (0.141213); Tamaulipas (0.858787)        | Yucatán         | Colima (1.000000)                        |
| Jalisco             | Colima (1.000000)                               | Zacatecas       | Zacatecas (1.000000)                     |
| Michoacán           | Colima (0.077405); Tamaulipas (0.922595)        |                 |                                          |
| Morelos             | Colima (1.000000)                               |                 |                                          |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis de eficiencia DEA utilizando el software MaxDea

Los resultados del Cuadro que antecede, advierten que las DMU's con mayor referencia por parte de las unidades ineficientes para *Benchmarking* se encuentran los Estados de Colima con 19 (Descontando el propio): Baja California Sur 1.000, Campeche 1.000, Durango 0.548, Edo. de México 0.869, Guanajuato 1.000, Guerrero 1.000, Hidalgo 0.141, Jalisco 1.000, Michoacán 0.077, Morelos 1.000, Nayarit 0.010, Oaxaca 1.000, Puebla 1.000, Quintana Roo 1.000, Tabasco 1.000, Tlaxcala 0.776, Veracruz 1.000 y Yucatán 1.0000 y en segundo lugar el Estado de Tamaulipas con 7 (Descontando el propio): Chihuahua 0.662, Durango 0.451, Hidalgo 0.858, Michoacán 0.922, Nayarit 0.989, Querétaro 1.000 y San Luis Potosí 1.000. El Gráfico 17 ilustra de forma porcentual, los estados con mayor referencia benchmarking.

Gráfico 17. Porcentaje de DMU's con mayor referencia Benchmarking



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis de eficiencia DEA utilizando el software MaxDea

El análisis de *Benchmarking* refleja que tanto la Dirección Local Colima como el Organismo de Cuenca Golfo Norte con sede en Tamaulipas de la CONAGUA, han logrado una eficiencia destacada en la aplicación de recursos y políticas hídricas sancionatorias, ubicándolos como modelos de referencia e influencia con impacto positivo en el manejo de descargas de aguas residuales.

Esto es así ya que, no solo sobresalen por su eficiencia, sino también por el alto grado catalizador de mejora continua con otras regiones, favoreciendo a una gestión del agua y un cumplimiento más efectivo de las normativas vigentes. Los resultados citados, como sostienen (Ali *et al.*, 2022), permiten desarrollar estrategias dirigidas a replicar las buenas prácticas de las DMU's referenciadas en otras entidades menos eficientes mediante una asignación y administración de los recursos disponibles, de forma que, las Unidades con menores niveles de eficiencia puedan hacer una transición progresiva hacia estándares más altos de desempeño.

En el caso de Michoacán, según los coeficientes de *benchmarking* arrojados por el análisis DEA, Tamaulipas (0.922595) y Colima (0.077405) fungen como principal referente para aproximarse a la frontera de eficiencia en la implementación de sanciones por descargas de aguas residuales. Esto implica que, para optimizar sus resultados, la Dirección Local de la CONAGUA, debe emular las estrategias del Organismo de Cuenca Golfo Norte - por ejemplo, en la asignación de inspectores, visitas de inspección, número de sanciones y presupuesto-, ya que esta DMU ejerce la mayor influencia en su proyección.

La porción menor que aporta la Dirección Local Colima indica, no obstante, que algunos ajustes específicos podrían alinearse con la forma en que Colima gestiona sus recursos y controles. En conjunto, la referencia a dos *benchmark* sugiere que Michoacán requiere un modelo dual, en el que la mayor parte de las mejoras se basen en el desempeño de Tamaulipas, reforzadas con ciertas prácticas puntuales adoptadas por Colima, con el objetivo de acercarse a la frontera de eficiencia y optimizar el control de la contaminación hídrica.

## 6.5 Análisis *Slack* DEA – VRS

El análisis de holgura o *slack* permite identificar, en la envolvente de datos, las reducciones necesarias en los *inputs* o el incremento en los *outputs* para que las unidades de decisión puedan colocarse en la frontera de la eficiencia. En el caso de las oficinas de la CONAGUA, permite verificar en qué medida las sanciones y demás insumos son susceptibles de adecuaciones para lograr la eficiencia y alcanzar, en lógica de la evaluación, el incremento del *output* y la reducción del *bad poutput*, es decir, del porcentaje de agua libre de contaminación y el porcentaje de agua fuera de la NOM 001 SEMARNAT- 2021, en aguas superficiales de tipo lótico en el país.

El Cuadro 23, contiene los resultados *slacks* de los inputs, *output* y *bad output* del modelo que evalúa la eficiencia de la implementación de sanciones por descargas de aguas residuales en las diferentes entidades con presencia de la autoridad del agua federal. En ella se observa que 24 estados deben realizar ajustes en el uso de sus insumos, particularmente de las sanciones, a saber:

Cuadro 23. Análisis *slack*

| Resultados Slacks inputs-output-badoutput |                       |             |           |             |                                  |                           |
|-------------------------------------------|-----------------------|-------------|-----------|-------------|----------------------------------|---------------------------|
| DMU's                                     | Visitas de inspección | Inspectores | Sanciones | Presupuesto | % de agua libre de contaminación | % de agua fuera de la NOM |
| AGUASCALIENTES                            | 0                     | 0           | 0         | 0           | 0                                | 0                         |
| BAJA CALIFORNIA                           | -2                    | -1          | -1        | -79013.77   | 77.75                            | -77.75                    |
| BAJA CALIFORNIA SUR                       | 0                     | 0           | 0         | 0           | 0                                | 0                         |
| CAMPECHE                                  | -20                   | -1          | -1        | -280964.63  | 43.75                            | -43.75                    |
| CHIAPAS                                   | -43                   | -1          | -25       | -195127.45  | 28.42                            | -28.42                    |
| CHIHUAHUA                                 | -1.649582             | -5.337604   | 0         | -260134.029 | 0                                | 0                         |
| CIUDAD DE MÉXICO                          | -19                   | -8          | -9        | -3800419.97 | 7.14                             | -7.14                     |
| COAHUILA                                  | 0                     | 0           | 0         | 0           | 0                                | 0                         |
| COLIMA                                    | 0                     | 0           | 0         | 0           | 0                                | 0                         |

|                  |            |           |           |            |           |            |
|------------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|
| DURANGO          | -2.354061  | -1.548646 | -0.902707 | 0          | 6.527345  | -6.527345  |
| ESTADO DE MÉXICO | -126.39247 | -3.476701 | -17.73835 | 0          | 57.295997 | -57.295997 |
| GUANAJUATO       | -9         | -3        | -7        | -183275.45 | 57.58     | -57.58     |
| GUERRERO         | -23        | -2        | -2        | -399480.29 | 11.93     | -11.93     |
| HIDALGO          | -1.576362  | -0.141213 | -0.717575 | 0          | 5.784036  | -5.784036  |
| JALISCO          | -14        | -1        | -16       | -102092.2  | 24.66     | -24.66     |
| MICHOACÁN        | -1.767784  | -0.077405 | -3.845189 | 0          | 2.856139  | -2.856139  |
| MORELOS          | -13        | -7        | -13       | -350994.57 | 13.45     | -13.45     |
| NAYARIT          | -5.967114  | -0.010962 | -0.978076 | 0          | 65.966849 | -65.966849 |
| NUEVO LEÓN       | 0          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0          |
| OAXACA           | -20        | -1        | -23       | -25007.41  | 46.87     | -46.87     |
| PUEBLA           | -24        | -2        | -14       | -249046.42 | 74.39     | -74.39     |
| QUERÉTARO        | -3         | -5        | -10       | -113649.3  | 26.67     | -26.67     |
| QUINTANA ROO     | -20        | -7        | -9        | -63221.41  | 50.89     | -50.89     |
| SAN LUIS POTOSÍ  | -7         | -5        | -2        | -369613.21 | 41.67     | -47.67     |
| SINALOA          | 0          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0          |
| SONORA           | 0          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0          |
| TABASCO          | -3         | -1        | -9        | -18891.79  | 2.84      | -2.84      |
| TAMAULIPAS       | 0          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0          |
| TLAXCALA         | -17        | -1        | -7.659384 | 0          | 77.705313 | -77.705313 |
| VERACRUZ         | -1         | -2        | -12       | -34551.79  | 26.6      | -26.6      |
| YUCATÁN          | -14        | -3        | -41       | -161310.92 | 45        | -45        |
| ZACATECAS        | 0          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0          |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis de eficiencia DEA utilizando el software MaxDea



Como se mencionó en la sección teórica-metodológica, el análisis de eficiencia a través del modelo DEA permite identificar, mediante los valores *slacks* o de holgura, las variables susceptibles de adecuaciones (reducciones o ampliaciones) necesarias para que cada unidad de decisión (DMU) alcance la frontera de eficiencia.

Los resultados obtenidos en el presente estudio, visibles en el Cuadro 23, reflejan que los valores negativos en los *inputs* representan un exceso en el uso de recursos, mientras que los valores positivos en el *output* indican un déficit en los resultados esperados.

A continuación, se procederá al análisis de las Direcciones Locales y Organismos de Cuenca de la CONAGUA en los diferentes estados, basándonos en los *slacks* obtenidos en el análisis DEA para una mejor apreciación de los ajustes necesarios.

### **Dirección Local Aguascalientes**

La DMU de Aguascalientes presenta un nivel de eficiencia igual a 1, lo que indica que sus insumos (Visitas de inspección, Inspectores, Sanciones y Presupuesto) y salidas (% de agua libre de contaminación y % de agua fuera de la NOM), se encuentran en niveles óptimos, es decir, no requieren recortes o incrementos, ya que sus holguras tienen un valor igual a 0.

### **Organismo de Cuenca Península de Baja California (Baja California)**

Baja California obtuvo un nivel de eficiencia de 0.650093. El análisis DEA señala a Colima como *benchmark* principal para esta DMU. EL *slack* en Visitas es -2, lo que proyecta reducir el número de visitas de 6 a 4; en Inspectores es -1, llevando el valor de 2 a 1; y el *slack* en Sanciones es -1, lo que implica reducir el número de sanciones de 4 a 3. Asimismo, el Presupuesto debe disminuir en \$ 79,013.77 pesos. De manera simultánea, el *output* exhibe un slack de 77.75 y el *bad output* de -77.75.

Esto refleja que, se debe reducir la contaminación en esa proporción para acceder al porcentaje de agua libre de contaminación óptima.

### **Dirección Local Baja California Sur**

Baja California Sur presenta un nivel de eficiencia de 1, lo que indica que sus valores actuales son óptimos. No se detectan *slacks* en ninguna variable, ya que los 2 Visitas, 2 Inspectores, 3 Sanciones y el Presupuesto de \$ 201,510.00 están alineados con las proyecciones. Respecto a los resultados de output (0) y *bad output* (0) se mantiene un equilibrio en calidad del agua.

### **Dirección Local Campeche**

Campeche obtuvo un nivel de eficiencia de 0.448684. Los *slacks* indican que se deben reducir 20 Visitas (pasando de 24 a 4), 1 Inspector (de 2 a 1) y 1 Sanción (de 4 a 3). Además, se requiere recortar el presupuesto en 280,964.63 pesos. Respecto al resultado en *output* 43.75 y *bad output* -43.75, es necesario reducir la contaminación en ese valor para aumentar el agua libre en igual medida, siempre y cuando se realicen los ajustes de los insumos de manera adecuada.

### **Organismo de Cuenca Frontera Sur (Chiapas)**

Con un puntaje de 0.289751, Chiapas se encuentra lejos de la frontera de eficiencia. Tomando como *benchmark* a Colima, el DEA indica que se deben eliminar 43 Visitas (de 47 a 4) y 25 Sanciones (de 28 a 3), además de recortar el Presupuesto en 195,127.45 pesos. Respecto al *bad output* con valor de -28.42, es necesaria su reducción para incrementar equiproporcionalmente el valor del output (28.42).

## **Dirección Local Chihuahua**

Chihuahua obtuvo un nivel de eficiencia de 0.606807. Requiere emular, para optimizar su desempeño, a las DMU's de Coahuila y Tamaulipas. El modelo sugiere recortar aproximadamente 1.65 de 4 Visitas, 5.34 de 7 Inspectores y \$260,134.03 de \$ 653,828.00 pesos al presupuesto, sin requerir cambios en la implementación de Sanciones. Respecto al *output* (agua limpia) y *bad output* (agua fuera de la NOM) al obtener un valor 0, no requiere un incremento en la fracción de porcentaje de agua libre de contaminación ni una reducción adicional en la fracción contaminada. La optimización se ajusta, en esa guisa, al recorte de los recursos innecesarios.

## **Aguas del Valle de México (Ciudad de México)**

La Ciudad de México alcanza un nivel de eficiencia de 0.104074, situándose como una de las DMU's más alejadas de la frontera. Su *benchmark* es la DL Zacatecas. El análisis de *slacks* muestra un recorte de 19 Visitas (de 20 a 1), 8 Inspectores (de 9 a 1) y 9 Sanciones (de 10 a 1), junto a una reducción en el Presupuesto de 3,800,419.97 pesos. En los resultados, el *output* presenta un valor 7.14 y el agua *bad putput* en -7.14, siendo necesario reducir la contaminación en ese valor para incrementar la fracción de agua limpia en la misma proporción, siempre que se recorten los insumos propuestos.

## **Cuencas Centrales del Norte (Coahuila)**

Coahuila registra un nivel de eficiencia igual a 1, lo que confirma que sus insumos (5 Visitas, 1 Inspector, 1 Sanción y un Presupuesto de 524,998) se utilizan de manera óptima. No se observan variables de holgura. El *bad output* y *output* (15.38% y 84.62%) se mantienen estables.

### **Dirección Local Colima**

Colima, con un nivel de eficiencia de 1, no presenta *slacks* (0) por sus valores actuales (4 Visitas, 1 Inspector, 3 Sanciones y un Presupuesto de 170,798) no requieren recortes de insumos ni incrementos o disminuciones en los resultados.

### **Dirección Local Durango**

Durango presenta un nivel de eficiencia de 0.678017. Los *benchmark* de esta DMU son Colima y Tamaulipas. Según los *slacks*, se deben recortar 2.35 Visitas, 1.55 Inspectores y 0.90 Sanciones; además, se requiere reducir el Presupuesto en 241,197.38 pesos. El *output* (porcentaje de agua libre de contaminación) muestra un *slack* positivo de 6.527345, mientras que el *bad output* (% de gua fuera de la NOM) indica -6.527345, siendo necesario disminuir la fracción del último para tener ajuste alícuoto en el % de agua limpia.

### **Dirección Local del Estado de México**

El Estado de México obtuvo un nivel eficiencia de 0.371932. Las DMU's a emular, según el *benchmark* es la Dirección Local de Aguascalientes y Colima. Los *slacks* indican que es necesario recortar 126 Visitas (reduciéndose de 130 a cerca de 3.6) y 17.74 Sanciones (de 21 a 3.26). En materia presupuestal un recorte de \$155,975.6 pesos. El valor de holgura del *output* (57.295997) y del *bad output* (-57.295997) requiera la reducción del segundo en ese valor, para aumenta simultáneamente el porcentaje de agua libre de contaminación, siempre y cuando se reduzca de forma significativa sus insumos.

### **Dirección Local Guanajuato**

Guanajuato presenta un nivel de eficiencia de 0.335018. Tiene como *Benchmark* la Dirección Local Colima. Las *variables de holgura* evidencian excedentes de recursos, por ello debe recortarse 9 Visitas, 3 Inspectores y 7 Sanciones, junto a una disminución del Presupuesto en 183,275.45 pesos. Dados los valores de *output* y *bad output* (57.58 y -57.58) el ajuste en esa proporción llevaría a un grado eficiencia hídrica, lo que demanda una reducción de los insumos señalados.

### **Dirección Local Guerrero**

Guerrero obtuvo un nivel de eficiencia de 0.345245. La Dirección a emular, según el *coeficiente Lambda* es Colima y requiere, de acuerdo con los *slacks*, reducir a 23 Visitas (de 27 a 4), 2 Inspectores (de 3 a 1) y 2 Sanciones (de 5 a 3), además de recortar el Presupuesto en 399,480.29 pesos. Los ajustes para lograr la eficiencia según los *slacks* del *bad output* y *output*, es mediante la reducción/incremento del 11.93%.

### **Dirección Local Hidalgo**

Hidalgo presenta un nivel de eficiencia de 0.761288. Sus *benchmark* son la Dirección Local Colima y Organismo de Cuenca Golfo Norte. Los *slacks* revelan que se deben reducir 1.58 Visitas y 0.14 Inspectores; en el caso del Presupuesto el valor de holgura 0 indica que no requiere ajustes. Considerando que el valor de *slacks* en *output* y *bad output* es de 5.784036 y -5.784036, es necesario un ajuste bidireccional en ese valor para alcanzar la curva de la eficiencia en el control de la contaminación.

### **Organismo de Cuenca Lerma Santiago Pacífico (Jalisco)**

Jalisco obtuvo un nivel de eficiencia igual a 0.376501. La unidad a emular, según su coeficiente *Lambda*, es la Dirección Local Colima. Los *slacks* indican que se

deben reducir 14 Visitas (de 18 a 4), 1 Inspector (de 2 a 1) y 16 Sanciones (de 19 a 3), además es necesario recortar el Presupuesto en \$ 102,092.2 pesos. Considerando el valor de holgura del *output* y *bad output* (24.66, -24.66) debe reducirse la contaminación en ese porcentaje, para aumentar proporcionalmente la fracción de agua limpia.

### **Organismo de cuenca Balsas (Morelos)**

Morelos alcanza un puntaje de eficiencia de 0.218781, con amplio margen de mejora. El *benchmark* es la Dirección Local Colima. El análisis *slack* apunta a reducir en 13 el número de Visitas (de 17 a 4), 7 Inspectores (reduciéndose de 8 a 1), 13 Sanciones (de 16 a 3) y recorte presupuestario en 350,994.57 pesos. Acompañada del ajuste referido, la reducción – incremento en 13.45%, en el *output* y *bad output* lograría ubicar a esta DMU en la curva de la eficiencia.

### **Dirección Local Nayarit**

Nayarit presenta un nivel de eficiencia de 0.663259. Los *benchmark* de esta DMU son la Dirección Local Colima y el Organismo de Cuenca Golfo Norte. Los *slacks* indican que se deben recortar 5.97 Visitas (reduciéndose de 7 a aproximadamente 1) y reducir en 0.98 Sanciones (de 2 a aproximadamente 1). El valor *slack* en presupuesto es 0, por lo que no requiere ajustes al igual que el número de inspectores. Respecto a la holgura del *output* y *bad oupt*, se requiere una *trade-off* en 65.96 para lograr, en suma, de las adecuaciones referidas.

### **Organismo de Cuenca Río Bravo (Nuevo León)**

Nuevo León obtuvo un nivel de eficiencia de 1, lo que indica que sus insumos actuales (1 Visita, 4 Inspectores, 2 Sanciones y un Presupuesto de 264,119) y sus salidas (27.78% de agua fuera de la NOM y 72.22% libre de contaminación) se encuentran en niveles óptimos.

## **Organismo de Cuenca Pacífico Sur (Oaxaca)**

Oaxaca presenta un puntaje de eficiencia de 0.413584. El *benchmark* es Colima. Las variables de holgura indican una reducción de 20 Visitas (de 24 a 4), 1 Inspector (de 2 a 1) 23 Sanciones (de 26 a 3) y un recorte presupuestal de 25,007.41 pesos. Las holguras de las salidas (*output* y *bad output*) sugieren un ajuste igual del 46.87%, respectivamente.

## **Dirección Local Puebla**

Puebla presenta un nivel de eficiencia de 0.264868, teniendo como *benchmark* a la DL Colima. Los *slacks* sugieren disminución de 24 Visitas (de 28 a 4), 2 Inspectores (de 3 a 1) y 14 Sanciones (de 17 a 3). En materia presupuestaria, el análisis propone una reducción de \$ 249,046,42 pesos. El *slack* en *bad output* revela una reducción necesaria en 74.39%, para aumentar la fracción del “porcentaje agua libre de contaminación” (*output*) en la misma cuantía.

## **Dirección Local Querétaro**

Querétaro tiene un nivel de eficiencia de 0.342144. El *benchmark* de esta DMU es el Organismo de Cuenca Golfo Norte. Los valores *slacks* sugieren recortar 3 Visitas (de 4 a 1), 5 Inspectores (de 7 a 2), 10 Sanciones (de 11 a 1) y \$113,649.3 pesos del presupuesto. El valor *slack* del *bad output* indica que una reducción en 26.67 % incrementaría equiproporcionalmente el valor del *output*, acercando junto a los ajustes a los insumos, al nivel de eficiencia buscado.

## **Dirección Local Quintana Roo**

Esta Unidad presenta un puntaje de 0.317878. El *benchmark* es Colima. Los *slacks* revelan un amplio margen de ajustes mediante la reducción de 20 Visitas (de 24 a

4), 7 Inspectores (de 8 a 1) y 9 Sanciones (de 12 a 3). El presupuesto, por su parte, requiere una reducción \$ 63,221.41 pesos. Respecto al *slack* del *output*, esta demanda un incremento del 50.89 % (proporcional a la reducción del *bad output*) para alcanzar la curva de la eficiencia.

### **Dirección Local San Luis Potosí**

San Luis Potosí tiene un puntaje de eficiencia de 0.303322. El *benchmark* de ésta DMU es el Organismo de Cuenca Golfo Norte. Los *slacks* indican que se deben eliminar 7 Visitas (de 8 a 1), 5 Inspectores (de 7 a 2) y 2 Sanciones (de 3 a 1), además de un recorte presupuestario de \$ 369,613.21 pesos. El valor de holgura en *bad output*, sugiere la reducción del 46.67% y compensar (aumento porcentual proporcional) la dimensión del *output*.

### **Organismo de Cuenca Pacífico Norte (Sinaloa)**

Esta DMU opera en la frontera de eficiencia derivado de su resultado igual a 1. Sus insumos actuales (4 Visitas, 1 Inspector, 9 Sanciones y un Presupuesto de 136,849.69) no presentan *slacks*, por lo que las proyecciones coinciden con los valores observados.

### **Organismo de Cuenca Noreste (Sonora)**

Sonora presenta un nivel de eficiencia de 1. Con 1 Visita, 14 Inspectores, 5 Sanciones y un Presupuesto de 74,852.19, no requiere ajustes en ninguna variable. Los *dual prices*, según el análisis DEA, confirman que aumentar insumos no provocaría mejoras en el control de la contaminación, consolidando la eficiencia operativa de esta DMU.



## **Dirección Local Tabasco**

Tabasco obtuvo un resultado de 0.555459. Colima, es el *benchmark* de esta unidad. Las variables *slacks* revelan la necesidad de recortar 3 Visitas (de 7 a 4), 1 Inspector (de 2 a 1) y 9 Sanciones (de 12 a 3), además de una reducción al Presupuesto de \$18,891.79 pesos. El *bad output* y *output*, según sus holguras requieren un ajuste del 2.84% para lograr el nivel de eficiencia.

## **Organismo de Cuenca Golfo Norte (Tamaulipas)**

Tamaulipas se encuentra en la frontera de la eficiencia con un resultado igual a 1 y funge como *benchmark* para otras DMU's. Con 1 Visita, 2 Inspectores, 1 Sanción y un presupuesto de 326,772, sus insumos están en niveles óptimos por lo que no es conveniente realizar ajustes según los *dual Price*. Respecto al valor *slack* (0) del *output* y *bad putput*, las reducciones e incrementos porcentuales son innecesarias.

## **Dirección Local Tlaxcala**

Tlaxcala presenta un puntaje de 0.513049. La DL Colima y OC Pacífico Norte, son los *benchmark*. El análisis de *slacks* sugiere recortar 17 Visitas (de 21 a 4), 1 Inspector (de 2 a 1) y disminuir a 7.66 la implementación Sanciones (reduciéndolas de 12 a 4.34). El Presupuesto por su valor de holgura e (0) no requiere adecuaciones. Respecto al valor *slack* del *output*, es necesario un incremento significativo de 77.71% y una reducción del *bad output* en esa misma cantidad para que, adicional a las adecuaciones de fondo de los *inputs*, pueda lograrse el nivel de eficiencia en el control de la contaminación hídrica.

## **Organismo de Cuenca Golfo Centro (Veracruz)**

Veracruz tuvo un nivel de 0.541269. El *benchmark* es Colima y según los *slacks*, esta DMU debe disminuir 1 Visita (de 5 a 4), 2 Inspectores (de 3 a 1), 12 Sanciones

(de 15 a 3), y una reducción del Presupuesto en \$34,551.79 pesos. El *slack* en el *bad output*, sugiere una reducción en 26.6% para incrementar alícuotamente el valor de output y alcanzar los niveles óptimos en el control de la contaminación.

### **Organismo de Cuenca Península de Yucatán (Yucatán)**

Yucatán presenta un resultado de 0.263672. El *benchmark* es Colima. Los *slacks* indican la necesidad de reducir 14 Visitas (de 18 a 4), 3 Inspectores (de 4 a 1) y 41 Sanciones (de 44 a 3). El ajuste al presupuesto es de - \$161,310.92 pesos. El *slack* del *output*, requiere un incremento notable por 45%, valor que debe reducirse en el *bad output* para lograr la eficiencia.

### **Dirección Local Zacatecas (Zacatecas)**

Zacatecas, con un puntaje de 1, no es susceptible de ajustes tanto en insumos, *output* y *bad output*. Los *dual prices* negativos confirman que cualquier incremento en los insumos no aportaría mejoras adicionales, consolidando su posición en la frontera de eficiencia.

Se puede concluir, de manera global, que el *input* “visitas de inspección” en 23 estados tiene un *slack* negativo, reflejando un exceso de 391 inspecciones sin un impacto proporcional en los resultados de calidad del agua. Las oficinas de la CONAGUA con ajustes más notorios en esta variable son aquellas con residencia en el Estado de México: -126.39, Chiapas: -43, Puebla: -24, Guerrero: -23, Oaxaca, Campeche y Quintana Roo: -20.

En relación al *input* “inspectores”, el mismo número de oficinas de la CONAGUA (23) tienen una holgura con valor negativo, indicando un uso ineficiente del personal asignado, ya sea por exceso de inspectores o mala distribución de estos servidores públicos, que de forma global se calcula en 61 servidores públicos. Los estados con

mayor ineficiencia en esta entrada es la Ciudad de México: -8, Quintana Roo: -7, Morelos: -7, Chihuahua: -5.33, Querétaro y San Luis Potosí: -5.

El input “presupuesto”, revela en sus variables slacks un grave desequilibrio financiero en 17 oficinas locales y regionales, que en total suman \$ 6, 686, 794.609 (seis millones seiscientos ochenta y seis mil setecientos noventa y cuatro pesos 60/100). Entre las entidades con mayor uso desmedido de su presupuesto sin resultados proporcionales se encuentran la Ciudad de México: - \$3,800,419.9, Guerrero: -\$399,480.29, San Luis Potosí: -\$369,613.2, Morelos: -\$350,994.57, Campeche: -\$280,964.63, Chihuahua -\$260134.0291, Puebla -\$249,046.42, Chiapas -\$195,127.45, Guanajuato -\$183,275.45 y Yucatán -\$161,310.92.

Finalmente, respecto a la variable “sanciones”, revela que 22 oficinas de la Comisión Nacional del Agua han impuesto 225 más medidas coactivas de las necesarias sin lograr un impacto significativo en el *output* y *bad output* ambiental. Las Direcciones Locales con valores negativos más altos en esta holgura está el Organismo de Cuenca Península de Yucatán -41, Organismo de Cuenca de la Frontera Sur (Chiapas) -25, Organismo de Cuenca Pacífico Sur (Oaxaca) -23, Estado de México con -17.73, Organismo de Cuenca Lerma Santiago Pacífico (Jalisco) -16, Puebla con -14 y Organismo de Cuenca Golfo Centro -12.

El análisis de las holguras (*slacks*) en los indicadores *output* y *bad output* muestra que 22 oficinas de la CONAGUA, tanto a nivel Dirección Local como Regional, enfrentan una dinámica dual en su desempeño ambiental. Por un lado, se observan *slacks* positivos en el *output* correspondiente al “% de agua libre de contaminación”, lo que expone un déficit de agua en condiciones óptimas y, por otro lado, se presentan *slacks* negativos en el *bad output* relacionado con el “% de agua fuera de la NOM”, lo que pone de manifiesto un excedente de agua de mala calidad en la misma proporción que la salida.

Dicho de otro modo, el exceso de contaminación (*bad output*) se convierte, mediante la corrección propuesta por el modelo, en un mayor volumen de agua libre de contaminación (*output*), contribuyendo así a la eficiencia global de las DMU's.

## **CAPÍTULO VII**

# **PROPUESTA ESTRATÉGICA PARA EFICIENTAR EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES**

Resultado de una combinación de diversos factores y actores que han agravado la situación hídrica del país, el deterioro de los cuerpos de agua por descargas de aguas residuales en México ha sido mayúsculo en los últimos años, impactando no solo en la salud de los cuerpos receptores, sino en la cantidad de agua disponible.

La función de la Comisión Nacional del Agua, juega un papel medular en la gestión integral de los recursos hídricos que incluye el control de la contaminación. Por ello, el estudio de eficiencia a uno de sus instrumentos de política ambiental no debe aplazarse, ya que, en medio de una desarticulación institucional y un recorte presupuestal progresivo, la función de tan importante órgano, debe ser más eficiente, puntual y de aplicación inmediata.

De los resultados previstos en el capítulo anterior, se desprenden dos propuestas centrales, la implementación de un sistema de control estratégico y un plan de gasto eficiente del presupuesto, ejes que buscan impactar positivamente en los cuerpos de agua susceptible de descargas y asegurar el uso eficiente del recurso público para las funciones de inspección y sanción de la Comisión Nacional del Agua.

Considerando los valores obtenidos en el Análisis Envolvente de Datos con VRS, que muestran un exceso en la utilización de recursos por la mayoría de las Direcciones Locales y Organismos de Cuenca, como se muestra en el Cuadro 24, la propuesta estratégica de la política pública ambiental versa al tenor siguiente:

*Cuadro 24. Resultados globales de variables Slacks (inputs)*

| Resultado global de variables Slacks (inputs) |                       |             |            |                 |
|-----------------------------------------------|-----------------------|-------------|------------|-----------------|
| DMU's                                         | Visitas de inspección | Inspectores | Sanciones  | Presupuesto     |
| 32 Entidades federativas                      | -391.707377           | -61.592531  | -22.841281 | -\$6,686,749.61 |

Elaboración propia con base en los resultados del análisis de eficiencia DEA utilizando el software MaxDea

## 7.1 DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CUMPLIMIENTO PRIORITARIO (SCP)

Descripción:

Sistema basado en información cruzada (de áreas o direcciones según sea la unidad), de la subdirección de administración del agua y Técnica de la Comisión Nacional del Agua, involucradas en el seguimiento y control de las descargas de aguas residuales de tipo industrial y público urbano.

Actividades generales:

- **Revisión y actualización de las obligaciones tributarias.** Verificar el cumplimiento del artículo 222 de la Ley Federal de Derechos, identificando adeudos trimestrales y anuales por el aprovechamiento de bienes nacionales públicos por concepto de descargas de aguas residuales en cuerpos receptores superficiales.
- **Comprobación de vigencia de derechos.** Detectar permisos de descarga (público urbanos e industriales) vencidos o por vencer y verificar el volumen autorizado de descarga.

- **Análisis de parámetros autorizados.** Revisar e identificar parámetros peligros susceptibles de fiscalización, de acuerdo con los permisos de descarga y NOM-001-SEMARNAT-2021.

Actividades específicas:

**Optimización de visitas de inspección:**

1. Reducir el número total de visitas para alinearlos con niveles eficientes.
2. Desahogar de forma estratégica las visitas programadas, priorizando aquellas que representen un riesgo inminente o un alto impacto.
3. Ampliar el alcance de las inspecciones, aplicando medidas urgentes como la clausura de descargas o la suspensión de actividades cuando exista un peligro inmediato para la salud pública o el equilibrio ecológico.

**Fortalecimiento del recurso humano:**

4. Redistribuir estratégicamente al personal de inspección con base en las necesidades identificadas en el sistema.
5. Brindar capacitación especializada en materia jurídica al personal de inspección.

**Mejora en los procedimientos sancionatorios:**

6. Reducir el número de procedimientos de imposición de sanciones para ajustarlos a los niveles de eficiencia deseados.

7. Realizar requerimientos de información y revisiones de gabinete (a cargo del Área de Calificación de Infracciones) para verificar el cumplimiento de la ley de Aguas Nacionales en materia de descargas.
8. Iniciar el procedimiento administrativo de imposición de sanciones en caso de rebeldía o incumplimiento a los requerimientos, aplicando multas, suspensiones o clausuras, con fundamento en la fracción XI (y demás que apliquen) del artículo 119, 120, 121 y 122 de la ley de aguas nacionales.

Actores e involucrados:

Con el objeto de maximizar los beneficios de la propuesta para el control de contaminación por descargas de aguas residuales y reducir los riesgos sociales e institucionales<sup>20</sup> los actores y/o involucrados identificados según los intereses, necesidades y expectativas, son:

**Beneficiarios:** Sociedad en general y personas colindantes a cuerpos de agua superficiales

**Opositores:** Organismos, comités o sistemas de agua de comunidades y municipios y, Sector industrial.

**Indiferentes:** Sin identificar

**Ejecutores:** La Comisión Nacional de Agua a través de sus Direcciones Locales y Organismos de Cuenca

La identificación de actores en el control de la contaminación, responde a una visión precisa de la realidad social. Este enfoque, además de anticipar posibles conflictos y plantear mecanismos de negociación temprana, legitima el proyecto y

---

<sup>20</sup> (Ortegón *et al.*, 2005)



facilita la colaboración en las actividades, incrementando la probabilidad de éxito de la propuesta. El Cuadro 25 presenta, de forma resumida y dinámica, la propuesta “Sistema de Cumplimiento Prioritario” (SCP).

**Cuadro 25. Sistema de Cumplimiento Prioritario (SCP)**

| SISTEMA DE CUMPLIMIENTO PRIORITARIO |                                                                                                                                                                                                              |                                                                            |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     | Actividades                                                                                                                                                                                                  | Área responsable                                                           | Indicador                                                                                                                                         | Fuentes de Verificación                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Generales                           | 1.- Revisión y actualización de las obligaciones tributarias                                                                                                                                                 | 1.- Recaudación y control de obligaciones                                  | 1.- Lista de personas físicas y morales con permiso de hecho y de derecho de descargas de aguas residuales con adeudo mayor a un ejercicio fiscal | 1.- Direcciones Locales, Organismos de Cuenca y Oficinas Centrales de la CONAGUA; Sistemas Interno                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                     | 2.- Comprobación de vigencia de derechos                                                                                                                                                                     | 2.- Atención a Usuarios de la Subdirección de Administración del agua      | 2.- Padrón de personas físicas y morales con permisos vencidos y próximos a vencer en el trimestre en revisión.                                   | 2.- Direcciones Locales, Organismos de Cuenca y Oficinas Centrales de la CONAGUA; Base de datos interno. Así como el portal del REPDA <a href="https://app.conagua.gob.mx/consultarepda.aspx">https://app.conagua.gob.mx/consultarepda.aspx</a>                                                                                      |
|                                     | 3.- Análisis de parámetros autorizados.                                                                                                                                                                      | 3.- Calidad del Agua de la Subdirección Técnica                            | 3.- Padrón de permisos de descarga con parámetros altamente peligrosos y nocivos, susceptibles de inspección y revisión de gabinete               | 3.- Direcciones Locales, Organismos de Cuenca y Oficinas Centrales de la CONAGUA; Sistemas Interno                                                                                                                                                                                                                                   |
| Específicas                         | 1.-Reducir visitas de inspección                                                                                                                                                                             | Inspección y medición de la Subdirección de Administración del agua        | 1.- Presupuesto ejercido                                                                                                                          | 1.- Portal de transparencia <a href="https://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx">https://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx</a> y de la SHCP <a href="https://nptp.hacienda.gob.mx/programas/jsp/programas/fichaPrograma.jsp?id=16G010">https://nptp.hacienda.gob.mx/programas/jsp/programas/fichaPrograma.jsp?id=16G010</a> |
|                                     | 2.-Realizar visitas estratégicas                                                                                                                                                                             |                                                                            | 2.- Número de visitas de inspección desahogadas                                                                                                   | 2.- Oficinas de las DL y/o OC de la CONAGUA y través del portal web <a href="https://www.gob.mx/conagua/documentos/derechos-y-obligaciones-de-los-usuarios-ante-una-visita-de-inspeccion">https://www.gob.mx/conagua/documentos/derechos-y-obligaciones-de-los-usuarios-ante-una-visita-de-inspeccion</a>                            |
|                                     | 3.-Ampliar criterio de inspecciones aplicando clausuras y suspensiones necesarias                                                                                                                            |                                                                            | 3.- Número de clausuras de descargas y suspensiones de actividades realizadas                                                                     | 3.- Oficinas de las DL y/o OC de la CONAGUA                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                     | 4.- Redistribuir al personal por zona estratégica                                                                                                                                                            |                                                                            | 4.- Presupuesto Ejercido                                                                                                                          | 4.- Portal de transparencia <a href="https://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx">https://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx</a> y de la SHCP <a href="https://nptp.hacienda.gob.mx/programas/jsp/programas/fichaPrograma.jsp?id=16G010">https://nptp.hacienda.gob.mx/programas/jsp/programas/fichaPrograma.jsp?id=16G010</a> |
|                                     | 5.- Capacitar en materia jurídica para fortalecer competencias                                                                                                                                               |                                                                            | 5.- Cursos o capacitaciones tomadas                                                                                                               | 5.- Oficinas Centrales, Direcciones locales y Organismos de Cuenca de la CONAGUA                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                                     | 6.- Reducir el número de procedimientos e imposición de sanciones para ajustarlos a los niveles de eficiencia deseados.                                                                                      | Calificación de infracciones de la Subdirección de Administración del agua | 6.- Presupuesto ejercido                                                                                                                          | 6.- Portal de transparencia <a href="https://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx">https://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx</a> y de la SHCP <a href="https://nptp.hacienda.gob.mx/programas/jsp/programas/fichaPrograma.jsp?id=16G010">https://nptp.hacienda.gob.mx/programas/jsp/programas/fichaPrograma.jsp?id=16G010</a> |
|                                     | 7.- Realizar requerimientos de información y revisiones de gabinete (a cargo del Área de Calificación de Infracciones) para verificar el cumplimiento de la ley de Aguas Nacionales en materia de descargas. |                                                                            | 7.- Número de requerimientos y revisiones de gabinete realizados y notificados                                                                    | 7.- Base de datos de las Direcciones Locales, Organismos de Cuenca y Oficinas Centrales de la CONAGUA                                                                                                                                                                                                                                |
|                                     | 8.- Iniciar el procedimiento administrativo de imposición de sanciones                                                                                                                                       |                                                                            | 8.- Número de procedimientos de imposición de sanciones iniciados y concluidos                                                                    | 3.- Sistema de Procedimientos Administrativos (SIPA) de la CONAGUA                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                     |                                                                                                                                                                                                              |                                                                            |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Fuente: Elaboración propia

Con la implementación de este sistema permitirá unificar y aprovechar mejor la información disponible, priorizar las acciones de inspección y sanción, y reforzar la eficiencia en el uso de recursos humanos y materiales. Con ello, se optimizará el control de la contaminación de aguas residuales industriales y públicas urbanas, al tiempo que se fomentará el cumplimiento de la legislación hídrica y la protección de los cuerpos receptores superficiales.

## 7.2 PLAN DE OPTIMIZACIÓN DEL GASTO PÚBLICO (POGP)

### Descripción:

Plan orientado a optimizar el uso de los recursos públicos en el control de la contaminación por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), mediante la revisión integral de partidas, el control de gastos y, la programación estratégica y evaluación.

### Actividades generales:

- **Revisión de partidas presupuestales.** Verificar la distribución de los recursos en las áreas involucradas en el control de la contaminación (inspección, calificación de infracciones, atención a usuarios y, recaudación y control de obligaciones) e identificar cuál de ellas tiene mayor o menor impacto y necesidad de gasto.
- **Control de gastos.** Identificar las erogaciones fijas y variables en el desempeño de las funciones estratégicas por parte del personal de la Comisión Nacional del Agua, y evitar gastos superfluos.
- **Programación y evaluación.** Planificar y redistribuir el presupuesto, correlacionando el gasto con métricas concretas de control de la contaminación y establecer evaluaciones anuales que permitan detectar desviaciones o subejercicios y tomar acciones correctivas a tiempo.

## Acciones específicas

### **Revisión de partidas presupuestales**

1. Generar un registro detallado de las asignaciones de cada área (inspección, calificación de infracciones, atención a usuarios, recaudación y control de obligaciones), clasificándolas en alto, medio y bajo impacto con base en la relevancia de sus funciones para mejorar la calidad del agua.

### **Control de gastos**

2. Generar esquemas de viáticos del personal de base y confianza por día (peaje, combustible, hospedaje y alimentos) para su contabilidad y control.

### **Programación y evaluación**

3. Redistribuir estratégicamente el presupuesto en áreas críticas por descargas de aguas residuales y establecer evaluaciones anuales que revisen la ejecución/comprobación presupuestal identificando desviaciones o subejercicios y las metas cumplidas (calidad del agua).

## Actores e involucrados

Un aspecto fundamental para el éxito del Plan de Optimización del Gasto Público (POGP) radica en la identificación y el entendimiento de los actores que inciden en su implementación o son afectados por él. Al reconocer los distintos intereses y perspectivas, se pueden anticipar resistencias, fomentar colaboraciones y maximizar el impacto de las medidas propuestas. A continuación, se describen los principales actores:

**Beneficiarios:** Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), al ver optimizado el recurso público destinado al control de la contaminación.

**Opositores:** Áreas de Atención a Usuarios y Recaudación y Control de Obligaciones, que podrían enfrentar ajustes presupuestales significativos y, en consecuencia, mostrar desinterés o apatía en las tareas de colaboración.

**Indiferentes:** Otras subdirecciones o direcciones de las unidades locales y regionales de la Comisión Nacional del Agua con partida presupuestal distinta, que no perciben un impacto inmediato de la reorientación de fondos.

**Ejecutores:** La subdirección de administración de agua, encargada de llevar a cabo las actividades generales y específicas del PORG, coordinando la revisión de partidas, el control de gastos y la programación-evaluación del presupuesto.

El Plan, como se advierte, depende en gran medida de la identificación y comprensión de los intereses y perspectivas de los diferentes actores que intervienen en su implementación o se ven afectados por sus resultados. Áreas como Atención a Usuarios o Recaudación y Control de Obligaciones pueden percibir ajustes que disminuyan su partida, lo cual podría generar apatía o desinterés si no se comunican adecuadamente los beneficios globales de la reorganización presupuestal. Sin embargo, la participación activa de cada uno de estos grupos es crucial para que la CONAGUA logre alinear sus recursos financieros con la estrategia de control de la contaminación, priorizando las acciones y áreas de mayor relevancia ambiental.

En el Cuadro 26 se integran los actores específicos, las actividades generales y particulares de la propuesta, así como los indicadores y las fuentes de verificación indispensables para su seguimiento y valoración.

**Cuadro 26. Plan de Optimización del Gasto Público (POGP)**

| PROPUESTA                                                                                                             |                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PLAN DE OPTIMIZACIÓN DEL GASTO PÚBLICO (POGP)                                                                         |                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Actividades                                                                                                           | Área responsable                                                                                                                                                       | Indicador                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Fuentes de Verificación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Generales</b><br>1.- Revisión de partidas presupuestales<br>2.- Control de gastos<br>3.- Programación y evaluación | 1.- Subdirección de Enlace y Administración del agua<br>2.- Subdirección de Administración del agua<br>3.- Subdirección de Administración del agua                     | 1.- Partida presupuestales por área de la Subdirección o Dirección de Administración del Agua<br>2.- Importe viáticos comprobados por las áreas de la Subdirección o Dirección de Administración del Agua<br>3.- Presupuesto reasignando por área de la Subdirección de Administración del Agua, Metas cumplidas y, porcentaje de agua superficial en semáforo verde | 1.- Oficinas de las DL y/o OC de la CONAGUA<br>2.- Oficinas de las DL y/o OC de la CONAGUA<br>3.- Oficinas de las DL y/o OC de la CONAGUA, Portal de transparencia <a href="https://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx">https://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx</a> y de la SHCP <a href="https://nptp.hacienda.gob.mx/programas/jsp/programas/fichaPrograma.jsp?id=16G010">https://nptp.hacienda.gob.mx/programas/jsp/programas/fichaPrograma.jsp?id=16G010</a> y el portal <a href="https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua">https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua</a> |
| <b>Específicas</b>                                                                                                    | 1.- Generar un registro de las asignaciones de cada área clasificándolas en alto, medio y bajo impacto con base en la relevancia de sus funciones y número de personal | 1.- Índice de Asignación Presupuestal por Relevancia (IAPR)<br>$IAPR = \frac{\text{Presupuesto asignando al área}}{(\text{Relevancia del área})(\text{No. de personal})}$                                                                                                                                                                                            | 1.1.- Oficinas de las DL y/o OC de la CONAGUA<br>1.2.- Portal de Hacienda: <a href="https://nptp.hacienda.gob.mx/programas/jsp/programas/fichaPrograma.jsp?id=16G010">https://nptp.hacienda.gob.mx/programas/jsp/programas/fichaPrograma.jsp?id=16G010</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                                                                                                       | 2.- Generar esquemas de viáticos del personal de base y confianza por día para su contabilidad y control.                                                              | 2.- Viáticos Ejercidos VE<br>$VE = (\text{Cuotas máximas ordinarias de viáticos}) + (\text{Peajes}) + (\text{Gasolina en pesos})$                                                                                                                                                                                                                                    | 2.1.- Oficinas de las DL y/o OC de la CONAGUA<br>2.2.- Portal del DOF: <a href="https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5011881">https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5011881</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                                                                                       | 3.- Redistribuir estratégicamente el presupuesto y establecer evaluaciones anuales de la ejecución/comprobación presupuestal                                           | 3.- índice de gasto y cumplimiento ambiental GCA<br>$GCA = \frac{EP + MAC + VE}{3}$ Porcentaje de ejecución presupuestal EP<br>$EP = \frac{IAPR}{\text{Presupuesto ejercido}} (100)$ Porcentaje de metas ambientales cumplidas MAC<br>$MAC = \frac{\text{Metas Institucionales}}{\% \text{ de agua libre de contaminación}} (100)$                                   | 3.1.- Oficinas de las DL y/o OC de la CONAGUA y través del portal web <a href="https://www.gob.mx/conagua">https://www.gob.mx/conagua</a> ; portal de Hacienda: <a href="https://nptp.hacienda.gob.mx/programas/jsp/programas/fichaPrograma.jsp?id=16G010">https://nptp.hacienda.gob.mx/programas/jsp/programas/fichaPrograma.jsp?id=16G010</a><br>3.2.- Sistema Nacional de información del Agua <a href="https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/SINA/?opcion=calidad">https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/SINA/?opcion=calidad</a>                                                                                 |

Fuente: Elaboración propia

Como se advierte, la Subdirección de Administración del Agua asume la tarea de coordinar y ejecutar el POGP, integrando los resultados de la revisión de partidas, el control de gastos y la evaluación periódica del presupuesto. Su papel en la implementación de los lineamientos es determinante para que la reasignación de fondos se traduzca en una mejora tangible en la calidad del agua y en el cumplimiento de las metas, asegurando que el gasto público se oriente a los fines prioritarios establecidos en la legislación hídrica.

La implementación del Plan de Optimización del Gasto Público (POGP) se erige como una estrategia esencial para armonizar la inversión financiera de la CONAGUA con las metas ambientales de control de la contaminación por descargas de aguas residuales. Al reexaminar y redistribuir las partidas presupuestales hacia las áreas de mayor relevancia, se propicia una asignación más eficiente del gasto, atendiendo los focos críticos y fortaleciendo la eficacia de las acciones emprendidas.

Simultáneamente, la adopción de esquemas de viáticos y la realización de evaluaciones anuales de la ejecución presupuestal constituyen mecanismos que promueven la transparencia y la rendición de cuentas ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Dichas medidas no solo minimizan los excedentes detectados, sino que también garantizan que cada peso invertido responda al objetivo de proteger los cuerpos de agua y cumplir con los principios establecidos en la legislación hídrica.

En este contexto, el éxito del POGP se basa en una gestión colaborativa que reconozca las motivaciones de los diversos actores involucrados y aborde sus posibles resistencias, lo cual consolida el papel de la CONAGUA como organismo clave en la gestión integral del agua, al garantizar la sostenibilidad de las acciones a largo plazo, maximizando los resultados en materia de calidad del agua y promoviendo un uso estratégico y racional de los recursos públicos.

En resumen, la implementación conjunta del Sistema de Cumplimiento Prioritario (SCP) y del Plan de Optimización y Racionalización del Gasto (PORG) constituye una estrategia integral para reforzar la gestión que ejerce la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en el control de la contaminación por descargas de aguas residuales. El SCP permite centralizar y priorizar la información técnica y administrativa, mejorando la efectividad de las visitas de inspección y de los procedimientos sancionatorios; en tanto que el PORG asegura un uso más eficiente y focalizado de los recursos financieros, al reorientar el presupuesto hacia las áreas de mayor impacto en la protección de los cuerpos hídricos.

La sinergia entre ambas propuestas promueve no solo la reducción de descargas contaminantes, sino también una mayor calidad del agua en los cuerpos receptores, al vincular de manera directa las acciones de inspección y sanción con la optimización de partidas presupuestales. Asimismo, el redimensionamiento del gasto fortalece la legitimidad institucional de la CONAGUA, pues garantiza la asignación transparente y estratégica de los fondos públicos. De esta forma, se logra un control de la contaminación más eficiente, se impulsa el cumplimiento de la legislación hídrica y se sientan las bases para un manejo sustentable de los recursos hídricos, acorde con las necesidades actuales y futuras del país.

### 7.3 PROPUESTA DE EFICIENCIA PARA EL ESTADO DE MICHOACÁN

Se ha planteado en el proyecto de investigación que Michoacán es uno de los Estados con gran riqueza natural, sin embargo, en los últimos años ha sido víctima de una constante degradación a casusa de las aguas residuales particularmente en sus cuerpos receptores superficiales.

Sumado a la propuesta de fondo planteada líneas arriba, es decir a un a implantación de Sistema de Cumplimiento Prioritarito y a un Plan del Gasto Público que permitan eficientar las tareas en el control de la conminación por la comisión, se requiere para el caso de Michoacán, una adaptación específica que tome en cuenta los resultados del Análisis Envolvente de Datos (DEA). Virtud de lo anterior se plantea lo siguiente:

#### Contexto y Justificación

La Dirección Local Michoacán obtuvo un score de eficiencia de 0.65075, lo que indica la necesidad de ajustes significativos. Sus referentes o *benchmark* son la Dirección Local Colima (ponderación 7.74%) y el Organismo de Cuenca Golfo Norte, en Tamaulipas (ponderación 92.26%), sugiriendo que a DL Michoacán debe emular en mayor medida las prácticas implementadas por Tamaulipas, ya que esta DMU presenta un uso más eficiente de los recursos y un mayor porcentaje de agua libre de contaminación.

De acuerdo con datos oficiales, la Dirección Local Michoacán, con un presupuesto y número de inspectores similares a los de Tamaulipas, realizó más visitas de inspección y aplicó más sanciones, sin lograr un impacto proporcional en la mejora de la calidad del agua. Este hallazgo pone de relieve la necesidad de reorientar esfuerzos y optimizar las acciones de inspección y sanción, así como de ajustar la asignación y el uso del presupuesto disponible. Véase cuadro 27.



Cuadro 27. Base de datos Michoacán - Tamaulipas 2022

| DMU        | Permisos de Descarga | Visitas de Inspección | Inspectores | Sanciones (Multas) | Presupuesto (en miles de pesos) | % de contaminación fuera de la NOM 001 SEMARNAT 2021 | % agua libre de contaminación |
|------------|----------------------|-----------------------|-------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Michoacán  | 637                  | 3                     | 2           | 5                  | 314699                          | 34.09                                                | 65.91                         |
| Tamaulipas | 387                  | 1                     | 2           | 1                  | 326772                          | 33.33                                                | 66.67                         |

Fuente: Elaboración propia a partir de:

<https://www.gob.mx/conagua/es/documentos/derechos-y-obligaciones-de-los-usuarios-ante-una-visita-de-inspeccion>; Fuentes internas de la CONAGUA; Sistema de Inicios de Procedimientos Administrativos de la CONAGUA (SIPA);  
<https://app.conagua.gob.mx/consultarepda.aspx>;  
<https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/SINA/?opcion=calidad>;  
<https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/SINA/?opcion=calidad>

Virtud de lo anterior, la propuesta estratégica de política pública para la Dirección Local Michoacán, se establece en función de los valores *slacks* que se exhiben en el Cuadro 28.

Cuadro 28. Valores *Slacks* para *inputs*, *output* y *bad output* en el Estado de Michoacán

| DMU       | Slack (Visitas) | Slack (Inspectores) | Slack Sanciones (Multas) | Slack (Presupuesto) |
|-----------|-----------------|---------------------|--------------------------|---------------------|
| Michoacán | -1.767784       | -0.077405           | -3.845189                | 0                   |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis de eficiencia DEA utilizando el software MaxDea

## 1. Optimización de las visitas de inspección

En relación a esta entrada, el valor negativo (-1.7677), indica que la Dirección Local de la CONAGUA realizó más visitas de las necesarias sin lograr los resultados esperados.

Propuesta:

1. Reducir el número de visitas de inspección para alinearlos con niveles eficientes
2. Implementar conjuntamente el SCP y POGP

## **2. Mejora del uso de inspectores**

El valor *slack* en “número de inspectores” (-0.0774) sugiere un exceso en el número de inspectores, sin embargo, dados los valores de los precios sombra o *dual price* -0.125 y *projection* 1.92 (visibles en ANEXO 5), esta holgura indica que la distribución o desempeño de los servidores públicos ha sido subóptima, por ello, lejos de reducir en una unidad debe realizarse lo siguiente:

**Propuesta:**

1. Redistribuir estratégicamente al personal de inspección con base en las necesidades identificadas, priorizando la cobertura en zonas estratégicas definidas a partir de los resultados generados por el Sistema de Cumplimiento y Plan de Optimización del Gasto Público.

## **Fortalecimiento de las Sanciones**

El valor *slack* en Sanciones, es el más significativo ( -3.845), ya que explica que la Dirección Local Michoacán, ha impuesto más multas de las necesarias sin un impacto proporcional en la mejora de los resultados ambientales. Esto implica, en otros términos, que las multas no deben ser en mayor cantidad, sino estratégicas y eficientes para disuadir a los infractores y reducir las descargas contaminantes.

**Propuesta:**

1. Reducir el número de procedimientos e implementación de sanciones en 4 para alinearlos a la curva de la eficiencia.
2. Iniciar conjuntamente, los requerimientos de información contemplados las acciones específicas del Sistema de Cumplimiento Prioritario.
3. Hacer uso eficiente del gasto público conforme al Plan de Optimización del Gasto Público.

**Optimización del presupuesto**

El valor (0) en este *input*, indica que no hay desviación o exceso en el presupuesto asignado. Esto implica, no realizar ajustes en el presupuesto ya que está alineado con los requerimientos óptimos identificados por el modelo DEA, sin embargo, la distribución y gasto del recurso en áreas involucradas en el control de la contaminación son susceptibles de las siguiente:

**Propuesta:**

Considerando que las visitas de inspección y la aplicación de sanciones realizadas por la Dirección Local de Michoacán, excedieron los niveles requeridos para alcanzar los objetivos ambientales planteados, lo que implicó un gasto significativo en viáticos y recursos materiales, se sugiere:

1.- Reasignar el presupuesto para estas dos áreas para ejercer facultades de comprobación previo resultados en el Sistema de Cumplimiento Prioritario y Plan de Optimización de Gasto Público.

Michoacán, a pesar de presentar un *slack* 0 en el rubro de “presupuesto” según el análisis DEA, puede optimizar de forma significativa el uso de sus recursos públicos. Como se ha señalado, el exceso en otras entradas —por ejemplo, en el número de visitas de inspección y en la imposición de sanciones— evidencia, en última instancia, un uso inadecuado del presupuesto. Por ello, resulta fundamental redirigir el gasto de acuerdo con la propuesta general, es decir, llevar a cabo inspecciones y sanciones de manera estratégica y, además, emitir requerimientos de información o revisiones de gabinete cuando sea necesario.

Alineadas con un Sistema de Cumplimiento Prioritario y un Plan de Optimización del Gasto Público, estas medidas no solo fomentan el uso racional de los recursos, sino que también contribuyen al logro de los objetivos ambientales. En el contexto de la administración pública federal y de un organismo operativo como la CONAGUA, es claro que se requiere un incremento presupuestal para cumplir con las tareas establecidas en la Ley de Aguas Nacionales, sin embargo, ante las limitaciones financieras actuales, la opción más viable consiste en ejercer con mayor eficiencia el presupuesto asignado, implementando mecanismos legales que, de forma preventiva, desalienten conductas contrarias al marco jurídico.

En consecuencia, ejercer el presupuesto bajo un plan de optimización más eficiente implica evitar la multiplicación de visitas de inspección y procedimientos sancionatorios que conllevan un gasto significativo en viáticos, sin incidir positivamente en la calidad de los cuerpos de agua superficiales.

## Conclusiones y Recomendaciones

Con el objetivo de fortalecer las políticas públicas ambientales y generar un impacto positivo en la gestión de los recursos hídricos, esta investigación evaluó la eficiencia técnica de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en el control de la contaminación derivada de las descargas de aguas residuales industriales y urbanas en cuerpos de agua superficial del Estado de Michoacán durante el año 2022, mediante la imposición de sanciones como instrumento de regulación ambiental.

Los resultados obtenidos permitieron corroborar que la Dirección Local de Michoacán de la CONAGUA alcanzó un nivel de eficiencia subóptimo con un nivel de 0.65, lo que confirma la hipótesis general y evidencia una deficiencia en la implementación de mecanismos de control.

Respecto segunda hipótesis, se verificó que la aplicación de sanciones no se realizó de manera eficiente ni con una adecuada planificación, lo que derivó en una sobreimposición de medidas coactivas sin un impacto significativo en la reducción de contaminantes. Esto sugiere que la política sancionadora debe ser complementada con estrategias de fiscalización y cumplimiento que optimicen la asignación de recursos.

En relación con la tercera hipótesis, se identificó que las Direcciones Locales de Aguascalientes, Baja California Sur, Colima y Zacatecas, así como los Organismos de Cuenca Centrales del Norte, Río Bravo, Pacífico Norte, Noroeste y Golfo Norte, ubicados en Coahuila, Nuevo León, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas, respectivamente, presentaron un desempeño superior en el control de la contaminación. Su eficiencia se debe a una gestión estratégica de recursos y a la implementación de mecanismos regulatorios más eficaces, lo que las posiciona como referencias para mejorar la operatividad en Michoacán.

La crisis hídrica actual requiere la intervención de actores tanto públicos como privados, así como la implementación de estrategias integrales que permitan mitigar la contaminación de los cuerpos de agua en México. En este contexto, la CONAGUA, como órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, juega un papel fundamental en la administración, protección y regulación de los recursos hídricos, con base en la Ley de Aguas Nacionales y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Para el cumplimiento de sus atribuciones, la CONAGUA dispone de una serie de instrumentos de política ambiental, incluyendo medidas normativas y regulatorias (Ley de Aguas Nacionales, NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-001-SEMARNAT-2021), mecanismos fiscales (cobro de derechos por aprovechamiento de bienes nacionales) y administrativos (permisos de descarga, inspecciones y sanciones). La combinación de estos instrumentos es crucial para vigilar el cumplimiento de la normatividad y sancionar a los agentes económicos que incumplan con las regulaciones ambientales.

Sin embargo, la eficiencia del marco sancionador se ve limitada por factores como la discrecionalidad en la imposición de multas y la reducción presupuestaria en la CONAGUA, lo que restringe su capacidad operativa. Si bien el Poder Legislativo ha buscado fortalecer el esquema sancionador mediante el aumento progresivo de multas para disuadir conductas infractoras, la evidencia empírica sugiere que la calidad del agua en cuerpos superficiales sigue deteriorándose, poniendo en duda el mecanismo actual.

El análisis de eficiencia reveló que las entidades con menor disponibilidad de agua, a través de sus Direcciones Locales y Organismos de Cuenca, presentan un mejor desempeño en la aplicación de sanciones, mientras que aquellas con mayor disponibilidad, ubicadas en el centro y sur del país, registran niveles de eficiencia críticos. Casos como la Ciudad de México, Jalisco y Morelos destacan por su

deficiente control, reflejado en la alta contaminación de sus principales ríos como el Lerma y el Balsas.

Michoacán, con un nivel de eficiencia de 0.65, sugiere que, para mejorar su desempeño, es necesario reducir la aplicación excesiva de sanciones e inspecciones sin planificación estratégica. De manera contradictoria, el análisis reveló que, a pesar de un incremento en inspecciones y sanciones, no se logró reducir la contaminación en los cuerpos de agua de la entidad, evidenciando un ejercicio ineficiente del gasto público.

Dado que la ejecución de inspecciones y la aplicación de sanciones conllevan costos operativos significativos, se propone la implementación de un Sistema de Cumplimiento Prioritario (SCP). Este sistema, basado en el cruce de información entre las diferentes áreas de la Subdirección de Administración del Agua, permitiría optimizar la asignación de recursos, focalizar inspecciones en zonas críticas, mejorar la capacitación del personal y promover el cumplimiento normativo mediante mecanismos alternativos como requerimientos de información y revisiones de gabinete.

En complemento, se recomienda la implementación de un Plan de Optimización del Gasto Público (POGP), que permita maximizar la eficiencia operativa de la CONAGUA sin requerir un incremento presupuestal. Esto garantizaría que las estrategias de fiscalización y control no se vean afectadas por la reducción de recursos financieros, asegurando una mejor gestión del presupuesto disponible y alineando los esfuerzos regulatorios con una política pública ambiental sostenible.

Debe mencionarse amén de lo anterior, que la Comisión Nacional del Agua en las últimas dos décadas ha tenido una disminución presupuestaria significativa, por lo que diseñar e implementar mecanismos que no solo ayuden a cumplir metas institucionales sino mejorar objetivamente la calidad de los cuerpos al margen del gasto público eficiente, sería institucionalmente responsable.

La gestión y control de la contaminación por descargas de aguas residuales en México y en Michoacán es un reto mayúsculo para la administración pública federal. A pesar que la variable “presupuesto” es un factor que condiciona y limita al mismo tiempo, pues de esta depende la hechura y operación de varias tareas que ayudan al problema de la contaminación (como se advierte de los resultados), la estrategia a través de medios legales y administrativos alternos puede generar mayor impacto a corto y mediano plazo en la calidad del agua de los cuerpos receptores.

Con base en los hallazgos obtenidos, se presentan las siguientes recomendaciones dirigidas a mejorar la eficiencia de las políticas ambientales implementadas en el estado.

#### Recomendaciones prácticas

Partiendo que el presente proyecto tiene alcances no solo ambientales si no burocráticos, en esencia, se presentarán recomendaciones (en función de los resultados obtenidos) dirigidas al sector, a la Comisión Nacional del Agua y a la Academia, a fin de robustecer las acciones que orienten al cumplimiento de la legislación en materia administrativa y permitan, además, fortalecer la investigación respecto al tema abordado, las sanciones.

#### Al Sector Burocrático

Dado que esta evaluación involucra el sector público, cualquier oficina de nivel municipal, estatal y federal que disponga de instrumentos coactivos en sus leyes reglamentarias y secundarias para el cumplimiento de una disposición u obligaciones de los gobernados, puede analizar los índices de eficiencia en la implementación de multas o sanciones administrativas con *bad outputs* y, diseñar e



implementar estrategias, según los resultados, para la optimización de recursos y logro de resultados<sup>21</sup>.

-A la Comisión Nacional del Agua-

Se sugiere fomentar la colaboración de las áreas pertenecientes a la Subdirección de Administración del Agua (Titulación, Recaudación, Inspección y Calificación de Infracciones), para la implementación conjunta del Sistema de Cumplimiento Prioritario y Plan de Optimización del Gasto Público.

Elaborar formatos de requerimientos de información y revisiones de gabinete con estricto apego a la Constitución y la ley federal de procedimiento administrativo, asegurándose de citar cuidadosamente la competencia material ( ley de aguas nacionales y reglamento interior de la CONAGUA) y conminar en el término de 30 días para que acredite el cumplimiento de los requerimientos en materia de descargas, mediante ilustraciones fotografías, documentales públicas u otros medios probatorios aceptados en el Código Federal de Procedimientos Civiles, así como estar al corriente de sus obligaciones fiscales, respectivamente, *so pena* de ser acreedor a sanciones administrativas y suspensión del permiso en caso de incumpliendo.

Desahogar, derivado del Sistema de Cumplimiento Prioritario y Plan de Optimización del Gasto Público, inspecciones estratégicas aplicando medidas de clausura y suspensión de actividades generadoras de descargas. Se recomienda el diseño y elaboración de un formato único para facilitar la aplicación de medidas de urgente aplicación con estricto apego a derecho.

---

<sup>21</sup> Previa adecuación de variables y reducción de datos mediante análisis factorial, es posible mejorar el ejercicio burocrático que se trate.

-A la Academia-

Para fortalecer la investigación en este ámbito, es fundamental incorporar mayor número de variables ambientales (*outputs – bad outputs*), técnicas y jurídicas que consoliden las líneas de trabajo establecidas.

Además, es imprescindible garantizar que la información proporcionada por los órganos de gobierno sea precisa y actualizada, de manera que las investigaciones futuras no solo sean confiables, sino también aplicables en sectores públicos, burocráticos y privados, por lo que se sugiere ampliar y validar información de fuentes confiables.

#### Limitaciones y futuras líneas de investigación

Algunas limitaciones en la presente investigación fue la recolección de datos e información clave en el modelo que permitiera robustecer los trabajos de eficiencia como la disponibilidad anual de agua, número de permisos de hecho e impugnaciones por la imposición de sanciones durante el año 2022.

Algunas líneas de investigación que pudieran ampliar y completar la gestión integral de los recursos hídricos mediante la implementación de sanciones estratégicas es el estudio de eficiencia a través del modelo DEA en materia de aprovechamiento ilegal de recursos hídricos en el sector agrícola en fuentes superficiales y subterráneas en el Estado de Michoacán.

En ese mismo sentido, podrían proponerse investigaciones complementarias derivadas de la evaluación sustentada en este proyecto como el análisis del destino de los recursos obtenidos por la implementación de sanciones. Explorar en qué medida se regresa o se invierte en el dinero recaudado por estos instrumentos de control fortalecería adicionalmente las investigaciones y modelos empíricos.

## Fuentes consultadas

- Abal, Juan. (2010). *Manual de ciencia política*. Buenos Aires. Eudeba. P.p. 319. En: <http://www.abalmedina.com.ar/wp-content/uploads/bibliografia/Manual-De-Ciencia-Politica.pdf>
- Acquatella, Jean. (2001). Aplicación de instrumentos económicos en la gestión ambiental en América latina y el caribe: desafíos y factores condicionantes. CEPAL, Chile. En: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5715/S0101102\\_es%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5715/S0101102_es%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Acuerdo por el que se determina la circunscripción territorial de los Organismos de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua. (2010). DOF 01/04/2010. En: [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5137623&fecha=01/04/2010#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5137623&fecha=01/04/2010#gsc.tab=0)
- Adshead, Julie. (2013). Doing justice to the environment. *The Journal of Criminal Law*. Vol. 77, No. 3. P.p. 215-230.
- Adshead, Julie. Doing justice to the environment. *The Journal of Criminal Law*, 2013, vol. 77, no 3, p. 215-230. <https://doi.org/10.1350/jcla.2013.77.3.841>
- Aedo, Cristian. (2005). *Evaluación del impacto*. Series Manuales. No. 47. Chile. CEPAL. En: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/5614>
- Afonso, António; Schuknecht, Ludger y Tanzi, Vito. (2009). Public sector efficiency: evidence for new EU member states and emerging markets. *Applied economics*. Vol. 42. No. 17. P.p. 2147-2164. <https://doi.org/10.1080/00036840701765460>
- Aguilar, Luis F. (1993). Problemas públicos y agenda de gobierno (Ed.). Porrúa. México. P.P. 284
- Aguilar, Luis F. (2010). Política Pública (Ed.). Siglo XXI Editores. México. Págs. 175.
- Aguilar, Luis F. (2013). El estudio de las Políticas Públicas (estudio introductorio y edición). México. Editorial Porrúa. P.p. 285
- Aguilar, Luis F. (2017) Problemas públicos y agenda de gobierno. México. Editorial Porrúa. P.p. 285
- Aguilar, Luis F. (2019). "Problemas y propuestas desde la gobernanza ambiental un estudio introductorio" Rosete, F., Escalera, C., Ayala, B., García-Frapolli, E., y Galán, C.(Coords.) El Ciclo De Políticas Públicas Casos Selectos De La Política Ambiental Mexicana Para La Enseñanza. UNAM, México. Págs. 254.
- Aguilar, Luis. *Política pública*. (2012). Secretaría de educación, Escuela de administración pública del DF, México, Siglo XXI editores. Págs 175.
- Aguilera, Rafael. (2010) *Ciudadanía y participación política en el Estado Democrático y Social*, México, Porrúa. Págs 186.
- Aguirre, Julio; Peña, Julio y Cerda, René. (2002). Fronteras estocásticas, eficiencia técnica y escalas de operación en pesca de mersal. Universidad de Concepción Chile. Encuentro de Economía de Chile. Septiembre. Disponible en: [www2. udec. cl/enech2002/paper28. pdf](http://www2.udec.cl/enech2002/paper28.pdf).
- Ahrens, Helen. (2012). El estado de derecho de hoy en América Latina. México: Konrad Adenauer Stiftung. Págs 214.
- Ahumada, Brenda; Espejel, Ileana y Arámburo, Guillermo. (2011). Beneficios potenciales de la evaluación ambiental estratégica en la planeación del desarrollo en México, caso de estudio el Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012. *Investigación ambiental Ciencia y política pública*. Vol. 3, No 2. Recuperado en: <https://remexcu.org/documentos/boletines/SA-2018-04-%20Instituto%20Nacional%20de%20Ecologia.pdf#page=6>

- Alarcón, Mario; Brunner, José y Díaz Ríos, Juan. (2023). Eficiencia de las universidades y sus implicancias para el financiamiento público del sistema universitario en Chile. *Revista De La Educación Superior*. Vol. 52. No. 207. P.p.111-134. En: <https://doi.org/10.36857/resu.2023.207.2569>
- Alfie, Miriam. (2016). Política ambiental mexicana. Montañas de papel, ríos de tinta y pocos cambios en cuarenta años. *El Cotidiano*, No. 200, P.p. 209-222. En: <https://www.redalyc.org/pdf/325/32548630018.pdf>
- Ali, A; Jabir, S; Almagtome, A y Kadhim, H. (2023). Using time-driven benchmarking for measuring health services performance under covid-19 pandemic. *International Journal of Professional Business Review: Int. J. Prof. Bus. Rev.* Vol. 8. No. 2. P.p. 9.
- Anderson, James. (1990). *Public Policymaking: An Introduction*. Boston. P.p. 352.
- Anderson, Sarah y Laurel, Harbridge. (2010). Incrementalism in Appropriations: Small aggregation big changes. *Public Administration Review*. Vol. 70. No. 3. P.p. 464–474. En: <http://www.jstor.org/stable/40606404>
- Ángeles, Marisol; Rovalo, Monserrat y Tejado, Mariana. (2021). *Manual de derecho ambiental mexicano*. México: Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM. Págs.235. En: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/13/6429/13.pdf>.
- Antúnez, Alcides. (2017). La inspección ambiental, la evaluación de impacto ambiental, la autorización ambiental y la auditoría ambiental. *Derecho Público Iberoamericano*. No. 10. P.p. 161-199. <https://revistas.udd.cl/index.php/RDPI/article/view/81>
- Arcelus, Francisco y Arocena, Pablo. (2005). Productivity differences across OECD countries in the presence of environmental constraints. *Journal of the Operational Research Society*. Vol. 56. No. 12. P.p. 1352–1362. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2601942>
- Arévalo, Alexander; Giménez, Víctor y Prior, Diego. (2022) Análisis de eficiencia en educación: una aplicación del método StoNED. *Desarrollo y Sociedad*. No. 92. P.p. 45-91.
- Arias, Daniela y Herrera, Hugo A. (2012) *Entre políticas gubernamentales y políticas públicas: análisis del ciclo de las políticas de desarrollo del gobierno del Estado de Michoacán*, México, 2003-2010. INAP, Instituto Nacional de Administración Pública.
- Arias, Jorge. (2009). Evaluación de la eficiencia bancaria en Venezuela desde el análisis de fronteras deterministas (período 2005-2008). Tesis Doctoral. Cumaná, Venezuela.
- Arreguín, Felipe; López, Mario y Cervantes, Claudia. (2020). Los retos del agua en México/Water challenges in Mexico. *Tecnología y ciencias del agua*. Vol. 11, No 2, P.p. 341-371.
- Arroyo, Victor; Ballestero, Maureen y Mejía, Abel. (2015). *Universalización de servicios de agua potable y saneamiento*. Caracas. CAF. En: Retrieved from <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/788>. Págs. 52.
- Asamblea General de las Naciones Unidas. (1948). Declaración Universal de los Derechos Humanos. Vol. 10. En: [https://sophipolis.net/ciu\\_carpeta2/1/DUDH-ESP.pdf](https://sophipolis.net/ciu_carpeta2/1/DUDH-ESP.pdf)
- Asandului, Laura, Roman, Mónica y Fatulescu, Puiu. (2014). The Efficiency of Healthcare Systems in Europe: A Data Envelopment Analysis Approach. *Procedia Economics and Finance*. Vol.10. No.14. P.p. 261–268. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00301-3](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00301-3)
- Auditoría Superior de la Federación (ASF). (2014). Auditoría de Desempeño: Preservación del Agua con Calidad. Recuperado de: [https://www.asf.gob.mx/Trans/Informes/IR2014i/Documentos/Auditorias/2014\\_0127\\_a.pdf](https://www.asf.gob.mx/Trans/Informes/IR2014i/Documentos/Auditorias/2014_0127_a.pdf)

- Auditoría Superior de la Federación (ASF). (2016). Auditoría de Desempeño: Gestión Integral y Sustentable del Agua: Administración del Agua. Recuperado de: [https://www.asf.gob.mx/Trans/Informes/IR2016ii/Documentos/Auditorias/2016\\_0410\\_a.pdf](https://www.asf.gob.mx/Trans/Informes/IR2016ii/Documentos/Auditorias/2016_0410_a.pdf)
- Auditoría Superior de la Federación (ASF). (2019). Evaluación número 1371-DS: Evaluación de la política Hídrica Nacional. Recuperado de: [https://www.asf.gob.mx/Trans/Informes/IR2019c/Documentos/Auditorias/2019\\_1371\\_a.pdf](https://www.asf.gob.mx/Trans/Informes/IR2019c/Documentos/Auditorias/2019_1371_a.pdf)
- Auditoría Superior de la Federación (ASF). (2020). Auditoría de Desempeño: Conducción de las Políticas Hídricas. Recuperado de: [https://www.asf.gob.mx/Trans/Informes/IR2019b/Documentos/Auditorias/2019\\_0199\\_a.pdf](https://www.asf.gob.mx/Trans/Informes/IR2019b/Documentos/Auditorias/2019_0199_a.pdf)
- Auditoría Superior de la Federación (ASF). (2020). Auditoría de Desempeño: Gestión Integral y Sustentable del Agua. Recuperado de: [https://www.asf.gob.mx/Trans/Informes/IR2019b/Documentos/Auditorias/2019\\_0204\\_a.pdf](https://www.asf.gob.mx/Trans/Informes/IR2019b/Documentos/Auditorias/2019_0204_a.pdf)
- Auditoría Superior de la Federación (ASF). (S/F). Enfoques de Auditoría: Tipos y enfoques de Auditoría. Recuperado de: Auditoría Superior de la Federación (ASF). (2020). Auditoría de Desempeño: Conducción de las Políticas Hídricas. Recuperado de: [https://www.asf.gob.mx/Trans/Informes/IR2019b/Documentos/Auditorias/2019\\_0199\\_a.pdf](https://www.asf.gob.mx/Trans/Informes/IR2019b/Documentos/Auditorias/2019_0199_a.pdf)
- Ayuni, Denisse y Matheus, Annie. (2013). *Sistema de mejora continua en la empresa Arnao S.A.C. bajo la metodología PHVA*. (Tesis de pregrado. Universidad San Martín de Porres. Lima). s.n.
- Ayvar, Francisco; Navarro, José y Giménez, Víctor. (2020). Generation and distribution of income in Mexico, 1990-2015. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*. Vol. 25. No. 49. P.p. 163-180. <https://doi.org/10.1108/JEFAS-04-2018-0040>
- Ayvar, Francisco; Navarro, José y Zamora, América. (2018). El Sector Agropecuario Mexicano en APEC: Un análisis a través de la envolvente de datos con presencia de bad outputs. *Análisis económico*. Vol. 33. No. 83, P.p. 125-143.
- Azuela, Antonio. (2006). Visionarios y pragmáticos: Una aproximación sociológica al derecho ambiental. *Estudios demográficos urbanos*. Vol.22 No.3 *Fontamara*. Págs. 537. En: <https://doi.org/10.24201/edu.v22i3.1279> .
- Bäckstrand, Karin. (2010). *Environmental Politics and Deliberative Democracy: Examining the Promise of New Modes of Governance*. USA. Edward Elgar Publishing. Págs. 240.
- Baek, Chulwoo y Lee, Jeong. (2009). The relevance of DEA benchmarking information and the least-distance measure. *Mathematical and Computer Modelling*. Vol. 49. No. 1-2. P.p. 265-275. En: <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2008.08.007>
- Ballart, Xavier y Ramió, Carlos. (2000). *Ciencia de la administración*. España. Tirant lo Blanch. Págs. 243-244.
- Banker, Rajiv; A. Charnes y Cooper, William. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*. Vol. 30. No. 9. P. p. 1078-1092.
- Battle, Ariel. (2007). *Diez textos básicos de Ciencia Política*. España. Editorial Ariel. Págs. 277.
- Becker, Gary. (1968). Crime and Punishment: An Economic Approach. *Journal of Political Economy*. Vol. 76. No.2, P.p. 169-217. <https://doi.org/10.1086/259394>

- Béjar, Luis y Salazar, Rodrigo. (2018). Los mecanismos de control constitucional aplicados a los actos administrativos en el Derecho Mexicano. *Revista de Investigações Constitucionais*. Vol. 5, P.p. 41-62.
- Bergalli, Roberto. (1989). Principio de legalidad: fundamento de la modernidad. *Jueces para la Democracia*, No. 32. Págs. 58-64.
- Bermúdez, Jorge. (2011). *Derecho administrativo general*. Thomson Reuters , P. p. 278-290.
- Bermúdez, Jorge. (2013). Fundamento y límites de la potestad sancionadora administrativa en materia ambiental. *Revista de derecho* (Valparaíso). No 40. P. p. 421-447.
- Bessent, Authella y Bessent, Wailand. (1980). Determining the comparative efficiency of schools through data envelopment analysis. *Educational Administration Quarterly*. Vol. 16, No. 2. P.p. 57-75.
- Bian, Yiwen y Yang, Feng. (2010). Resource and environment efficiency analysis of provinces in China: A DEA approach based on Shannon's entropy. *Energy Policy*. Vol. 38, No. 4, P.p. 1909-1917.
- Birrichaga, Diana. (2009). Legislación en torno al agua, siglos XIX y XX . Semblanza Histórica del Agua en México. *Comisión Nacional del Agua, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México*. P.p.43-59. En: <https://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGP-28SemblanzaHistóricaMéxico.pdf>
- Biswas, Asit. (2004). Integrated Water Resources Management: A Reassessment, *Water International*. Vol. 29. Núm. 2, UK. P.p. 248-256.
- Blackburn, Vincent., Brennan, Shae., Ruggiero, John. (2014). Data Envelopment Analysis. In: Nonparametric Estimation of Educational Production and Costs using Data Envelopment Analysis. *International Series in Operations Research & Management Science*. Vol. 214. P.p.11-49 [https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7469-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7469-3_2)
- Bobadilla, Mariana; Espejel, Mharta; Lara, Francisco; Álvarez, Saúl; Ávila, Shopie y Fermán, José (2013). Esquema de evaluación para instrumentos de política ambiental. *Política y cultura*, No. 40, P.p. 99-122. Recuperado en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/polcul/n40/n40a6.pdf>
- Böcher, Michael (2012). Theoretical framework for Explaining the Choice of Instruments in Environmental Policy. *Forest Policy and Economics*, Vol.16. P.p. 14-22. En: [https://ac.els-cdn.com/S1389934111000311/1-s2.0-S1389934111000311-main.pdf?\\_tid=spdf-fc040b87-4fd9-4e60-8f2e1419897a4188&acdnat=1519773629\\_dfa37aab6b469703d11fc41bb641e3d1](https://ac.els-cdn.com/S1389934111000311/1-s2.0-S1389934111000311-main.pdf?_tid=spdf-fc040b87-4fd9-4e60-8f2e1419897a4188&acdnat=1519773629_dfa37aab6b469703d11fc41bb641e3d1)
- Bocksang, G. (2006). *El procedimiento administrativo chileno*. Chile: Lexis Nexis. Págs. 234.
- Bogetoft, Peter y Leth, Jens. (1998) Efficiency evaluations based on potential (non proportional) improvements. *Journal of Productivity Analysis*. Vol. 12, P. p. 233-249.
- Bogetoft, Peter y Otto, Lars. (2011). *Benchmarking with DEA, SFA and R*. Springer. Stanford University. Págs. 352.
- Bordenave, Sofía. (2011). "Informe sobre derechos humanos y medio ambiente en América presentado ante la Comisión Interamericana de Derechos Humanos". Centro de Derechos Humanos y medio ambiente. México: Heinrich Böll Stiftung. P.p.191-215.
- Borrego, Francisco. (2017). Los sistemas públicos de pensiones europeos. Aplicación del Análisis Envolvente de Datos para el estudio de su eficiencia. (Trabajo Fin de Máster Inédito). Universidad de Sevilla, Sevilla.
- Bowen, William. (2002). An analytical review of environmental justice research: What do we really know? *Environmental Management*. Vol. 29, P.p.3-15.
- Brailovsky, Antonio (2006). *Historia ecológica de Iberoamérica de los mayas al Quijote*. Tomo 1. Buenos Aires. Capital Intelectual. Págs. 231

- Brañes, Raúl. (1994). *Manual de derecho ambiental*. Fondo de Cultura Económica, México. Págs. 773.
- Bravo, Luis; Saldaña, Pilar; Izurieta, Jorge y Mijangos, Marco (2009). La importancia de la contaminación difusa en México y en el mundo. P.p. 1-10. En: [https://www.cmic.org.mx/comisiones/sectoriales/infraestructurahidraulica/noticias\\_principales/contaminacion\\_difusa/contaminacion.pdf](https://www.cmic.org.mx/comisiones/sectoriales/infraestructurahidraulica/noticias_principales/contaminacion_difusa/contaminacion.pdf)
- Brenes, Humberto. (2020). Aplicación de la Programación Lineal en la maximización del desempeño de los rendimientos de un portafolio compuesto por dos activos, utilizando Solver. *REICE: Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas*. Vol. 8, No. 16, P.p. 24-39.
- Briggs, Sue. (2003). Command and control in natural resource management: Revisiting Holling and Meffe. *Ecological Management & Restoration*, Vol.4. No.3. P.p. 161-162. En: <https://doi.org/10.1046/j.1442-8903.2003.00151.x>
- Brown, Lester. (2003) *Salvar el planeta*, España, Paidós. Págs. 334.
- Buitrago, Oscar; Espitia, Anny y Molano, Lisbeth. (2017). Análisis envolvente de datos para la medición de la eficiencia en instituciones de educación superior: una revisión del estado del arte. *Revista Científica General José María Córdova*. Vol. 15. No. 19, P.p. 147-173.
- Cabrero, Enrique. (2007). *Políticas públicas municipales. Una agenda en construcción*, México: Edit. Porrúa-CIDE.
- Caho, Carlos y López, Ellie. (2017). Determinación del Índice de calidad de agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI. *Producción + limpia*. Vol. 12. No. 2. P.p. 35-49 En: <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v12n2/1909-0455-pml-12-02-00035.pdf>
- Camacho, Gladys. (2019). La eficacia del acto administrativo. *Revista De La Facultad De Derecho De México*. Vol. 69 No. 274-1, P.p. 63–100. <https://doi.org/10.22201/fder.24488933e.2019.274-1.69905>
- Caminal, Miguel. (1997). *Manual de ciencia política*. Madrid, Tecnos. P.p.578. En: [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/EA92F899347EA46605257FD4005544D6/\\$FILE/Manual\\_de\\_Ciencia\\_politica-caminal\\_badia.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/EA92F899347EA46605257FD4005544D6/$FILE/Manual_de_Ciencia_politica-caminal_badia.pdf)
- CANAY, I.A. (2003). Análisis de eficiencia y productividad. *Centro de Estudios Económicos de la Regulación*. Argentina. Disponible en: <http://www.sirese.uade.edu.ar>.
- Canto, R. (2018). Análisis de políticas públicas: evitar enfoques únicos. En C. Matute, M. García, C. Sánchez (Comp.), *El Instituto Nacional de Administración Pública en la Reunión Nacional de Administración Pública 2018* INAP. P.p. 233-260. <https://bit.ly/3tDXgfc>
- Cárdenas, Fernando. (2021). Política ambiental del gobierno de México. Una aproximación desde el pensamiento complejo. *Ecociencia International Journal*. Vol. 3, No. 4, P. p. 67-76.
- Cardona, Giovanni. (2020). Eficiencia municipal por entidad federativa de la educación secundaria en México, 2010-2017: un estudio a través del análisis de la envolvente de datos. (Tesis Doctoral. México) Págs. 319.
- Carrero, Carmen. (1997). *La potestad sancionadora de la Administración Pública en materia de prevención de riesgos laborales*. Tesis Doctoral. Universidad Carlos III de Madrid. Departamento de Derecho Privado y de la Empresa. Getafe. Págs 327
- Carretero P. Adolfo y Carretero S. Adolfo. (1995) *Derecho administrativo sancionador*. Madrid, Editoriales de Derecho Reunidas. Págs. 289.
- Castelo, Maria; Días, Luis y, Henggeler, Carlos. (2008). Additive DEA based on MCDA with imprecise information. *Journal of the Operational Research Society*. Vol. 59. No. 1. P.p. 54-63.

- Castillo, E.; Calderón, Heyddy; Delgado, Valeria; Flores, Yelva y Salvatierra, Thelma (2006). Situación de los recursos hídricos en Nicaragua. Boletín Geológico y Minero, Vol.117 No.1: P.p.127-146
- Castro-Buitrago, Érika; Vélez-Echeverri, Juliana y Madrigal-Pérez, Mauricio. (2019). Gobernanza del agua y Consejos de cuenca: análisis desde los derechos humanos al agua ya la participación ambiental. *Opinión Jurídica*. V.ol. 18. No. 37. P.p. 43-63.
- Cefaï D. y Terzi, C. (2021). *L'expérience des problèmes publics*. Paris. École des Hautes Études en Sciences Sociales. P.p. 384.
- Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (CEFP). (2022). Evolución del Gasto en Materia Hídrica 2012-2022. notacefp / 042 / 2022. P.p. 1-15. Recuperado de: <https://www.cefp.gob.mx/publicaciones/nota/2022/notacefp0422022.pdf>
- CEPAL, N. U. (2015) Guía metodológica: medición del gasto en protección ambiental del gobierno general.
- CEPAL. (2015). Guía metodológica: instrumentos económicos para la gestión ambiental. P.p.71. En: [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37676/S1421003\\_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37676/S1421003_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- CEPAL. s.f. Acerca de Evaluación de políticas y programas públicos En: <https://www.cepal.org/es/temas/evaluacion-de-politicas-y-programas/acerca-evaluacion-politicas-programas-publicos>
- CETESB Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. (2007). *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de Sao Paulo*. Vol. 2 .
- Charnes, Abraham, William Cooper y Eduardo Rhodes. (1978). Measuring efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*. Vol. 2 No.6. Elsevier, Amsterdam. P.p. 429-444.
- Cohen, Ernesto y Rolando Franco, (2007). *Gestión social. Cómo lograr eficiencia e impacto en las políticas sociales*. México. Editorial Siglo XXI, CEPAL.
- Coll, Vicente y Blasco, Olga. (2000) *Evaluación de la eficiencia mediante el análisis envolvente de datos: a los modelos básicos*. Universidad de Valencia. Págs. 203. En: [https://www.uv.es/vcoll/libros/2006\\_evaluacion\\_eficiencia\\_DEA.pdf](https://www.uv.es/vcoll/libros/2006_evaluacion_eficiencia_DEA.pdf)
- Coll, Vicente y Blasco, Olga. (2006). *Evaluación de la eficiencia mediante el análisis envolvente de datos*. Valencia: Edición electrónica.
- Coll, Vicente. y Blasco, Olga. (2007). Evaluación de la eficiencia de la industria textil española: una aplicación del DEA. *Revista de Investigación Operacional*. Vol. 28. No.1. P.p. 61–91.
- Colomer, Josep Maria. (2017) Ciencia de la política. Madrid: Ariel.P.p. 447.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2024). Estadísticas de Calidad del agua por cuerpo receptor. Recuperado de <https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/SINA/?opcion=calidad>
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (1999). Compendio básico del agua en México 1999. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/259364/\\_1999\\_CBA1999.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/259364/_1999_CBA1999.pdf)
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2005). Estadísticas del agua en México 2005. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/259369/\\_2005\\_EAM2005.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/259369/_2005_EAM2005.pdf)
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2006). Estadísticas del agua en México 2006. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/259368/\\_2006\\_EAM2006.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/259368/_2006_EAM2006.pdf)
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2010). Estadísticas del agua en México. México. En: <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/eam2010-16junio2010.pdf>



- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2013). Estadísticas del agua en México 2013. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/260111/EAM2013\\_br.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/260111/EAM2013_br.pdf)
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2019b). Sistema Nacional de Información del Agua. En: <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/usos-del-agua>
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2021). Estadísticas del agua en México 2021. Recuperado de: <https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/EAM%202021.pdf>
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2022). Información Estadística. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/805391/NACIONAL\\_dic2022.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/805391/NACIONAL_dic2022.pdf)
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2023). *Análisis de la contaminación hídrica en México*. Ciudad de México: CONAGUA.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2023). Sistema Nacional de Información del Agua. Recuperado de: <https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/SINA/?opcion=calidad>
- Comisión Nacional del Agua. (1997). Estudio de congruencia del marco regulatorio legal, económico e institucional, en materia de descargas de aguas residuales. Reporte interno. Contrato GSCA-012/97. México.
- Comisión Nacional del Agua. (2024). Instrumentos de gestión del agua. Gobierno de México. Recuperado en: <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/instrumentos-de-gestion-del-agua>
- Completa, Enzo. (2017) Capacidad estatal: ¿Qué tipo de capacidades y para qué tipo de Estado?. *POSTData: Revista de Reflexión y Análisis Político*. Vol. 22. No. 1. P.p.
- CONAGUA. (2020). Inspección y vigilancia. México. En: <https://www.gob.mx/conagua/documentos/derechos-y-obligaciones-de-los-usuarios-ante-una-visita-de-inspeccion>
- CONAGUA. (2022). Estadísticas del agua en México 2021. México. En: [https://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM\\_2021.pdf](https://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2021.pdf)
- CONAGUA. (2023). Calidad del agua en México. En: <https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua>
- Conceição, Maria; Castro, Pedro y Thanassoulis, Emmanuel. (2003). Finding Closest Targets in Non-Oriented DEA Models: The Case of Convex and Non-Convex Technologies. *Journal of Productivity Analysis* 19. P.p. 251–269. <https://doi.org/10.1023/A:1022813702387>
- Conover, W. J. (1980). *Practical Nonparametric Statistics*. Reino Unido: Wiley. Págs. 462.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM). (1917). DOF 17-01-2025
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos CPEUM. DOF: 06 -06-2023, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaría General. Secretaría de Servicios Parlamentarios. En: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>
- Controla tu Gobierno, A.C. y Zamudio, Verhonica. (2018). *Cuaderno de Trabajo 6: La Comisión Nacional del Agua en los informes de la Auditoría Superior de la Federación 2000-2016*. Págs 62. Recuperado en: <https://controlatugobierno.com/wp-content/uploads/2018/11/Cuaderno-de-Trabajo-6-La-CONAGUA-en-los-informes-de-la-ASF-2000-2016.pdf>
- Cooper, William; Seiford, Lawrence y Tone, Kaoru. (2000). Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and Dea solver Software. *Journal-Operational Research Society*. Vol. 52, P.p. 1408-1409. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2601257>

- Cooper, William; Seiford, Lawrence y Tone, Kaoru. (2007). *Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software*. New York: Springer. Págs 489.
- Cooper, William; Seiford, Lawrence. y Tone, Karou. (2006). *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. New York: Springer. Págs. 490.
- Cordero, Eduardo. (2014). Los principios que rigen la potestad sancionadora de la Administración en el derecho chileno. *Revista de derecho*. Valparaíso. No. 42. P.p. 399-439.
- Cordero, Eduardo. (2020). El plazo en la prescripción de las infracciones y sanciones administrativas ante el principio de proporcionalidad. *Revista chilena de derecho*. Vol. 47, No. 2, P.p. 359-384.
- Cortazar, Juan. (Ed.). (2006). *Entre el diseño y la evaluación : El papel crucial de la implementación de los programas sociales*. Inter-American Development Bank. Estados Unidos de América. P.p. 323. En: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/Entre-el-diseño-y-la-evaluación-El-papel-crucial-de-la-implementación-de-los-programas-sociales.pdf>
- Cossío, Franc y Hinestroza, Lisneider. (2017). La evaluación y seguimiento de las políticas ambientales: una etapa en el olvido. *Advocatus*. Vol. 2. No. 29. <https://doi.org/10.18041/0124-0102/advocatus.29.1671>
- Cruelles, José. (2013). *Productividad Industrial: Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación ya la mejora continua*. Alpha Editorial. Págs. 823.
- Cuenca, Jvier. (2018). Instrumentos de planificación de recursos humanos y selección ¿cambio de paradigma? *Revista Vasca de Gestión de Personas y Organizaciones Públicas* No. 2. P.p. 52-65.
- Dario, Rafael. (2006). La Gestión Ambiental. *Idea Sostenible*. 2006, Año 3, No. 13. En: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/1110/13\\_GestAmbientaRafaelMuriel\\_cast.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/1110/13_GestAmbientaRafaelMuriel_cast.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Dávila, Santiago. (2012). ¿Cómo establecer sanciones óptimas para la disuasión de infracciones?. *Revista de economía y derecho*. Vol. 9, No. 35, P.p. 87-102.
- De la Peña, María; Ducci, Jorge y Zamora, Viridiana (2013). Tratamiento de aguas residuales. *Banco Internacional de Desarrollo (BID)*. Págs. 39. En: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Tratamiento-de-aguas-residuales-en-México.pdf>
- Del Castillo, Gloria y Méndez, Irma(2006). *Introducción a la teoría de las políticas públicas*. Guía de Curso. FLACSO-México.
- Delfín, Odette y Navarro, José (2014). La eficiencia de los puertos en México. UMSNH. Morelia.
- Delfín, Odette; Chamú, Félix y Navarro, José. (2021). El sector salud en las entidades federativas de México, 2000-2016: un estudio de eficiencia a través de la envolvente de datos. *INCEPTUM: Revista de Investigación en Ciencias de la Administración*. Vol. 16. No. 31, P.p. 9-28.
- Delgadillo, Luis H. y Lucero, Manuel. (1991). *Elementos de Derecho Administrativo*. México. Limusa. Págs. 235.
- Delgadillo, Luis H., (2003). *Elementos de Derecho Administrativo I*. México, Limusa. 2003. Págs 338.
- Delgado, Carlos. (2011). Elementos constitutivos de la infracción tributaria. *Crónica tributaria*. Vol. 139, N.º 2, P.p. 59-77.
- Delgado, L. (2009). Tema III Las políticas públicas. El ciclo de las políticas públicas. Clases de políticas públicas. Eficacia, legalidad y control. Indicadores de gestión, en

*Documentación sobre Gerencia Pública, Administración de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, España.*

- Delgado, María y Álvarez, Inmaculada. (2004). Capital público y eficiencia productiva: evidencia para la UE-15. Instituto de Estudios Fiscales. *Revista de Economía Pública*. Vol. 168. Disponible en Internet: [http://www.ief.es/Publicaciones/Revistas/Hacienda%20Publica/168\\_DelgadoRodriguez.pdf](http://www.ief.es/Publicaciones/Revistas/Hacienda%20Publica/168_DelgadoRodriguez.pdf)
- Delgado, María; Álvarez, Inmaculada. (2005). Evaluación de la eficiencia técnica en los países miembro de la Unión Europea. *Gestión y política pública*. Vol. 14, No. 1. P.p. 107-128. Recuperado en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/gpp/v14n1/1405-1079-gpp-14-01-107.pdf>
- Demir, Firuz (2011). Economic Instruments of Environmental Management. Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences, Vol. 1 No. 2, P.p. 97-111. En: [http://www.iaees.org/publications/journals/piaeess/articles/2011-1\(2\)/Economic-instruments-environmental-management.pdf](http://www.iaees.org/publications/journals/piaeess/articles/2011-1(2)/Economic-instruments-environmental-management.pdf)
- Dervaux, Benoît; Kerstens Kristiaan y Vanden, Philippe. (1998). Descomposiciones de eficiencia estática radial y no radial: un enfoque en la medición de la congestión. *Investigación de Transporte B*. Vol. 32. No.5. P.p. 299-312 En: [https://doi.org/10.1016/S0191-2615\(98\)00002-2](https://doi.org/10.1016/S0191-2615(98)00002-2)
- Deyneli, Fstih. (2012). Análisis de la relación entre la eficiencia de los servicios de justicia y los salarios de los jueces con el método de la DEA en dos etapas. *Eur J Law Econ*. Vol. 34, P.p. 477-493. En: <https://doi.org/10.1007/s10657-011-9258-3>
- Díaz, Juan. (2002). *Actas, informes y requerimientos de la inspección de trabajo*. Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna (Canary Islands, Spain).
- Diz, Isabel; Lois, Marta y Novo, Amparo. (2012). *Ciencia Política Contemporánea*, Editorial UOC, Barcelona. P.p. 268.
- Domínguez, Judith. (2021). *La política del agua en México a través de sus instituciones, 1917-2017*. El Colegio de México AC. Págs 288.
- Dourojeanni, Axel. (2000). *Procedimientos de gestión para el desarrollo sustentable*. CEPAL. Chile. Págs. 371
- Duran, Juan y Torres, Alicia. (2006). Los problemas del abastecimiento de agua potable en una ciudad media. *Espiral* (Guadalajara). Vol.12. No.36, P.p. 129-162. En: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-05652006000200005](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-05652006000200005)
- Dye, Thomas. (1972). *Comprensión de la Política Pública*. New Yersey: Prentice-Hall.
- Ejea, Guillermo. (2006). Teoría y ciclo de las políticas públicas. *Comisión Permanente del Pacífico Sur*. P.p. 1-17. En: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- Eschenhagen, María. (2007) Las cumbres ambientales internacionales y la educación ambiental. Oasis: Observatorio de Análisis de los Sistemas Internacionales, No. 12. Pp. 39-76.
- Escobar, Jéssica. (1995). El desarrollo sustentable en México (1989-2007). *Revista Digital Universitaria*. Vol. 9 No. 3, P.p.3-9.
- Espinosa, Ana; Aguilar, María y Mazari, Marisa. (2010). Calidad, una limitante más para la disponibilidad del agua, en Aguilar, Alonso. (coordinador). *Calidad del agua. Un enfoque multidisciplinario*. Instituto de Investigaciones Económicas. México. P.p. 25-54
- Estévez, Carlod; Herrera, Patricia y Tiribocchi, Alssandra. (2019). *Garantizar la disponibilidad de agua, su gestión sostenible y el saneamiento para todos: implementación de políticas públicas en América Latina y el Caribe*. París: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

- (UNESCO); Madrid: Conferencia de Directores Iberoamericanos de Aguas (CODIA). Págs. 240. Recuperado de: <https://bvearmb.do/handle/123456789/4675>
- Estrella Suárez, María y González, Arturo. (2017). Desarrollo sustentable: un nuevo mañana. México. Págs. 209.
- Falavigna, Greta e Ippoliti, Roberto. (2023) Data envelopment analysis to investigate the Italian legal system and its reform. *Journal of Public Affairs*. P.p. 2877. <https://doi.org/10.1002/pa.2877>
- Färe, Rolf; Grosskopf, Shawna; Lovell, C. K., y Pasurka, Carl. (1989). Multilateral productivity comparisons when some outputs are undesirable: a nonparametric approach. *The review of economics and statistics*. P.p. 90-98.
- Federal Water Pollution Control Act* (2002). En: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2017-08/documents/federal-water-pollution-control-act-508full.pdf>
- Federovisky, Sergio. (2008). *Historia del medio ambiente*. Argentina. Págs 95.
- Fernández, María. (2015). *Marco jurídico estructural de la Administración Pública Federal Mexicana*. México. Instituto Nacional de Administración Pública, AC. Págs. 287. Disponible en: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/10/4519/14.pdf>, 2015.
- Fernández, Nelson y Solano, Fredy. (2009) *Índices de calidad de contaminación del agua*. Universidad de Pamplona. P.p. 43-53
- Fernández, Yolanda; Flórez, Raquel. (2006). Aplicación del modelo dea en la gestión pública. Un análisis de la eficiencia de las capitales de provincia españolas. *Revista iveroamericana de contabilidad de gestión*. Vol. 7. P.p. 1-28.
- Ferney, Leonel, (2011). Gestión participativa de cuencas hidrográficas: el caso de la cuenca del río Valles, oriente de México. Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. Págs 346.
- Field, Barry y Field, Martha. (2003) *Economía ambiental*. España. Págs. 556
- Fink, Arlene. (2020). *Conducting research literature reviews: From the internet to paper*. SAGE Publications Ltd. Págs. 304.
- Fischer, Thomas y Seaton, Kim. (2002). Strategic environmental assessment: effective planning instrument or lost concept?. *Planning Practice and Research*. Vol. 17, No. 1. P.p. 31-44.
- Fontalvo, Tomás; Mendoza, Adel y Visbal, Delemiro. (2015). Medición de la eficiencia financiera de las entidades promotoras de salud (EPS) del régimen contributivo mediante el análisis envolvente de datos (AED). *Universidad & Empresa*. Vol. 17, No. 29, p.p. 93-110.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2021). *The state of the world's land and water resources for food and agriculture – Systems at breaking point: Synthesis report 2021*. <https://doi.org/10.4060/cb7654en>
- Fraga, Gabino. (2000). Derecho administrativo, 40a ed., México, Porrúa. Págs. 435.
- Franco, Julio, (2013). *Diseño de Políticas Públicas*. México. Págs. 278.
- Frers, C. (2008). Cómo desarrollar una política ambiental. Recuperado de [http://www.ecoportal.net/TemasEspeciales/Politica/como\\_desarrollar\\_una\\_politica\\_ambiental](http://www.ecoportal.net/TemasEspeciales/Politica/como_desarrollar_una_politica_ambiental)
- Friedman, Jerome y Rafsky, Lawrence (1979). Multivariate generalizations of the Wald-Wolfowitz and Mann-Whitney tests. *The Annals of Statistics*, Vol. 7. No. 4. P.p. 697-717.
- Gandasegui, Francisco. (1985) *La potestad sancionadora de la Administración: La Constitución española y el Tribunal Constitucional*. Madrid. Págs. 279.

- García, Anai. (2009). El análisis envolvente de datos, herramienta para la medición de la eficiencia en instituciones sanitarias, potencialidades y limitaciones: potentials and limitations. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. Vol. 47. No. 2.
- García, Claudia. (2002). *Análisis de la eficiencia técnica y asignativa a través de las fronteras estocásticas de costes: Una aplicación a los hospitales de INSALUD*. (Tesis doctoral en Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Valladolid). España. P.p. 11-15.
- García, Diego. (2015). Estado de derecho y principio de legalidad. Comisión nacional de los Derechos Humanos. Págs.48
- García, E. (2011). Las Políticas Públicas. Elaboración y Ejecución. Modelos de Decisión. La Evaluación de Políticas Públicas. La Evaluación de la Política de Seguridad Vial. Retrieved from [www.dgt.es/Galerias/la-dgt/empleo-publico/oposiciones/doc/2011/TEMA\\_36\\_-\\_Parte\\_General.doc](http://www.dgt.es/Galerias/la-dgt/empleo-publico/oposiciones/doc/2011/TEMA_36_-_Parte_General.doc)
- García, Eduardo. (2002). *Introducción al Estudio del Derecho*. México. Págs. 444
- García, Eduardo. (2005). *Introducción al Estudio del Derecho*. México. Porrúa. Págs. 434.
- García, José y Castro Rodrigo. (2007). Aplicación del Modelo de Análisis Envolvente de Datos a las Cortes de Apelaciones. *Revista libertad Desarrollo*. No.98. Págs. 26. Recuperado en: <https://biblioteca.cejamericas.org/bitstream/handle/2015/1271/modelocortelyd.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, Miguel y Rosales, Virginia. (2011). Una Estimación del Desempeño Judicial en Andalucía Usando el Análisis Envolvente de Datos (DEA). *En XVIII Encuentro de economía pública*. P.p. 20.
- García, Miguel; Rosales, Virginia. (2011). Una Estimación del Desempeño Judicial en Andalucía Usando el Análisis Envolvente de Datos (DEA). *En XVIII Encuentro de economía pública*. P. 20.
- García, Tania. (2013). *Derecho Ambiental Mexicano, Introducción y principios*. México, Editorial Bosch. Págs. 351.
- García, Tania. (2017) El marco jurídico de los gravámenes en materia ambiental en México. *Openaire*. No. 52. P.p. 159-181.
- García, Tania. (2018). Instrumentos económicos para la protección ambiental en el derecho ambiental mexicano. *Sociedad y Ambiente. (Revistas Ecosur)*. No. 17. P.p. 247-266 En: <http://revistas.ecosur.mx/sociedadambiente/index.php/sya/article/view/1836>.
- Garzón, Marco; Buelna, Gerardo; y Moeller, Gabriela. (2012). La biofiltración sobre materiales orgánicos, nueva tecnología sustentable para tratar agua residual en pequeñas comunidades e industrias. *Tecnología y ciencias del agua*, Vol.3, No. 3. Pp.153-161.
- Gastélum, Carlos. (2009) Análisis y gestión de políticas públicas, de Joan Subirats, Peter Knoepfel, Corinne Larrue y Frédéric Varone. *Gestión y Política Pública*. Vol. 18, no 2. Ariel, España. 2008. 285 pp.
- Germain, Anne y Rodríguez, Marcos. (1995). Un camino hacia el desarrollo sustentable: la gestión ambiental del desarrollo desde el municipio. *Alternativas para el Desarrollo*. No. 33, P.p.19-27.
- Giménez, V. *Evaluación de la eficiencia en negocios organizados en red, una introducción a los modelos de frontera no paramétricos*. (2009). Torreón, México: Departamento de Economía de la Empresa.
- Giménez, Víctor (2001). *La medida de eficiencia operativa de unidades de negocio mediante los modelos DEA. Una aplicación al sector de la restauración moderna*, España. En: [www.euturisme-uab.com/memeutdh.pdf](http://www.euturisme-uab.com/memeutdh.pdf)

- Giraldo, Eugenio. (1993). Tratamientos anaerobios de las aguas residuales domésticas. Limitaciones y potencialidades. *Revista de Ingeniería Universidad de los Andes*. No 4. P.p. 1-12.
- GLEICK, Peter. (2014). *The World's Water: The Biennial Report on Freshwater Resources. Volume 8*. Island press. Págs 435.
- Godau, Schucking. (1999) El papel de los combustibles en la política del aire para el Valle de México, Tesis de Maestría en Estudios Urbanos, El Colegio de México. <https://estudiossociologicos.colmex.mx/index.php/es/article/view/1171>
- Godínez, Rodolfo. (2007). "La Constitución Mexicana y los Principios de Política ambiental internacional". México. Secretaria de Relaciones Exteriores. Págs. 23-34. En: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/5/2429/5.pdf>
- Gómez, Domingo (2003). *Evaluación de impacto ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental*. España. Págs. 743
- Gómez, José. (2020) Principios Tributarios Sancionadores. *Praxis de la Justicia Administrativa*. México. Núm. 27. P.p. 1-19. En: [http://cesmdfa.tfja.gob.mx/investigaciones/pdf/r27\\_trabajo-3.pdf](http://cesmdfa.tfja.gob.mx/investigaciones/pdf/r27_trabajo-3.pdf)
- Gómez, Manuel y Sanz, Íñigo. (2010). Derecho Administrativo Sancionador, Parte General: Teoría general y práctica del Derecho Penal Administrativo. Thomson Reuters-Aranzadi. Págs. 1019.
- Gómez, Miriam. (2020). *Sujetos de la obligación tributaria*. En (Riós, Gabriela), Manual de derecho fiscal. Primera edición. México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Jurídicas. Págs. 241.
- Gómez, Rodrigo y Cruz, Gladis. (2024). Eficiencia en la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Selectivos y no Selectivos en México, 2017-2019. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. Vol. 8, No. 3. P.p. 7435-7462.
- Gómez, Rodrigo. (2013). La eficiencia del sector educativo en Michoacán desde la óptica del Índice de Educación Municipal, 2000 y 2005. *REICE: Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*. Vol. 11. No. 1, P.p. 20-39.
- Gómora, Sandra (2019). La jurisprudencia mexicana y el principio de legalidad: una compleja relación. *Boletín mexicano de derecho comparado*. Vol. 52, No. 155, México. P.p. 799-839.
- González, Alejandra.(2005). La factibilidad política de las reformas del sector social en América Latina. Series Estudios y Perspectivas. No. 39. México. P.p. 70.
- González, José. (1995). Privatización y eficiencia: es irrelevante la titularidad?. *Economistas*. No. 63, P. p. 32-43.
- González, Mario; Retamoza, Joel; Albores, Roberto y Guerrero, Aída (2016). Gestión integral de cuencas hidrográficas: una alternativa a la sustentabilidad de los recursos hídricos en México. *Lacandonia*. Mexico. Año 10, Vol. 10, No. 1. Págs 91-98.
- Goodsteint, Eban. (2002). *Economics and the Environment*, Tercera edición. John Wiley & Sons. Págs 560.
- Gorman y Ruggiero (2009), Evaluating U.S. judicial district prosecutor performance using DEA: are disadvantaged counties more inefficient?. *European Journal of Law and Economics*. Vol. 27. No. 3. P.p. 275-283.
- Gudipudi, Ramana; Lüdeke, Matthias; Rybski, Diego y Kropp, Jürgen. (2018). Benchmarking urban eco-efficiency and urbanites' perception. *Cities*. Vol. 74. P.p. 109–118. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.11.009>
- Guerrero Amparán, Patrón, Juan y Fernando (2000). *Manual sobre la clasificación administrativa del presupuesto federal en México*. México: CIDE. Disponible en: <http://bit.ly/1k823QS>

- Guevara, Alejandro. (2005). Política ambiental en México: Génesis, desarrollo y perspectivas. *Revista de economía*. México. No. 821. Pp. 163-175
- Gutiérrez, Abelardo. (2015) *Gasto público y presupuesto base cero en México*. El cotidiano, No. 192, P. p. 13-32.
- Gutiérrez, Alberto. (2005). Gestión ambiental: ¿Estrategia para el desarrollo sostenible?. *Revista Trabajo Social*. No. 1. Colombia. P.p. 85-109
- Gutiérrez, Ariel. (2010). *El Puerto de Lázaro Cárdenas y su eficiencia en la cuenca del Pacífico (2003-2008): Un Análisis Envolvente de Datos (DEA)*. Tesis Maestría. Págs 175.
- Gutiérrez, Federico. (2008). "La gestión ambiental en México y la justicia". Obra en homenaje a Rodolfo Cruz Miramontes. México. Págs 253-264. En: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/6/2547/14.pdf>
- Gutierrez, Humberto. (2014). Calidad y Productividad. Cuarta. México D.F. : McGraw- Hill, 2014. Págs 363.
- Gutiérrez, José. (2013). Manejo integral de cuencas, imprescindible para la gestión territorial. Boletín UNAM-DGCS-459 México. En: [https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2013\\_459.html](https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2013_459.html)
- Hart, Chris. (2018). *Doing a literature review: Releasing the research imagination*. SAGE Publications Ltd. Págs. 352.
- Hernández-Sampieri, Roberto; Fernández, Carlos y Baptista, Pilar. (2014) Metodología de la investigación. Vol. 6. México: MCGraw-Hill2014.Págs 599.
- Hernández, Arisaí; Guzmán, Xochitl; García, Raquel y |, Isabel. (2017). Enzymatic activity of proteases from *Cyprinus carpio* (Cypriniformes: Cyprinidae) captured in a polluted lagoon in México. *Revista de Biología Tropical*. Vol. 65. No. 2. P.p. 589-597.
- Hernández, Aurora; Moreno, Juan y Sandoval, Luis. (2018). Tratamiento de aguas residuales industriales en México: Una aproximación a su situación actual y retos por atender. *RINDERESU*. Vol. 2. No. 1-2, P.p. 75-87.
- Hernández, Francesc ; Picazo, Andrés y Reig, Ernest (1997). Análisis no paramétrico de eficiencia en presencia de outputs no deseables. *Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas*. (WP-EC 97-09 ). Recuperado en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2249083>
- Hernández, Francesc ; Picazo, Andrés y Reig, Ernest (2000). Funciones Distancia Direccionales y Eficiencia Medioambiental: Un análisis para la industria cerámica española. *Encuentro de Economía Aplicada*. P.p. 1-16. Recuperado en <http://encuentros.alde.es/anteriores/iiiieea/default.html>.
- Hernández, Francesc; Picazo, Andrés y Reig, Ernest (1998). Actividad productiva y medio ambiente: Los residuos industriales en el contexto de los análisis de eficiencia. *RAE: Revista Asturiana de Economía*. Vol. 13. P.p. 53-72.
- Hernández, María. (2007). *Introducción a la programación lineal*. UNAM, 2007. Págs. 213
- Hernández, Obed. (2010). Criterios para evaluar las políticas ambientales. Recuperado de <http://obedhernandezcontreras.blogspot.com.co/2010/05/criterios-para-evaluar-las-politicas.html>
- Herrala, Maila; Huotari, Heikki y Haapasalo, Harri. (2012). Governance of Finnish waterworks—A DEA comparison of selected models. *Utilities Policy*. Vol. 20, No.1. P.p. 64-70.
- Higgins, J. P. (2004). The use of rank correlation in the analysis of data in clinical trials. *British Journal of Clinical Pharmacology*. Vol. 58. No. 3, P.p. 273-274.
- Hinostroza, Miriam y Mallet, Sinclair. (2000). La teoría económica neoclásica y los instrumentos de política ambiental. *Interciencia*, Vol.25. No. 2.. Págs.102-110. En:

- [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37676/S1421003\\_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37676/S1421003_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Hogwood, Brian y Gunn, Lewis. (1984) *Policy analysis for the real world*. Uk. Págs. 300.
- Holling, C. y Gary. K. (1996). Command and Control and the Pathology of Natural Resources Management. *Conservation Biology*. Vol. 10 núm. 2. P.p. 328-337. En: <http://www.jstor.org/stable/2386849>
- <http://ru.juridicas.unam.mx/xmlui/handle/123456789/9066>
- Hu, Hsin-Hui; Qi, Qinghui y Yang, Chih-Hai. (2012). Evaluation of China's regional hospital efficiency: DEA approach with undesirable output. *Journal of the Operational*
- Huesca, Luis y López, Alejandra. (2016) Impuestos ambientales al Carbono en México y su progresividad: una revisión analítica. *Economía Informa*, , vol. 398, P.p. 23-39.
- Hupe, Peter y Hill, J. Micheael. (2018). *La tesis de una implementación incongruente: reexamen de Pressman y Wildavsky*. Implementación de políticas públicas. Editado por María del Carmen Pardo , Mauricio I. Dussauge Laguna y Guillermo M. Cejudo. Centro de Investigación y Docencia Económicas. México. Págs 91-116
- INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Agua, sobreexplotación y contaminación. (2019). En: <https://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/sobreexplota.aspx?tema=T#:~:text=L a%20sobreexplotación%20de%20los%20acu%C3%ADferos,y%20en%202019%20eran%20157.&text=FUENTE%3A%20CONAGUA.,del%20Agua%20en%20México%202018>.
- Infracciones BA. (2022) *Valor de la Unidad Fija*. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. En: <https://infraccionesba.gba.gob.ar/unidad-fija-detalle#infracciones?> Revista de Economía y Derecho, Vol. 9, No. 35. P.p. 87-102.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información (INEGI). (s.f.). Unidad de Medida y Actualización (UMA). Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/temas/uma/>
- Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales (INAI). (2023). Informe anual de actividades 2023 (Informe No. 1234). <https://www.inai.org.mx/documentos/informe-anual-2023.pdf>
- Jara, Miguel; Asnat, Nicanor; Alberca, Nancy y Medina, Jessica. (2018). Gestión del talento humano como factor de mejoramiento de la gestión pública y desempeño laboral. *Revista venezolana de gerencia*. Vol. 23. No. 83. P.p. 740-760. En: <https://biblat.unam.mx/hevila/Revistavenezolanadegerencia/2018/vol23/no83/14.pdf>
- Jimenez C., Blanca. (2007). Información y Calidad del agua en México. *Trayectorias*. Vol. 9. No. 24, P.p.45-56. En: <https://www.redalyc.org/pdf/607/60715115006.pdf>
- Jones, Charles (1970). *Introduction to the study of public policy*. California. Págs. 170.
- Joseph F., Hair; Barry J., Babin; Rolph E. Anderson y William C., Black. (2019). *Multivariate Data Analysis* (8ª ed.). Cengage Learning. Págs 832.
- Knoepfel, Peter, Larrue, Corinne y Varone, Frédéric (2003), “Capítulo 2 Las Políticas Públicas”, en *Análisis y conducción de las Políticas Públicas*, . de Monterrey. P.p. 25-37
- Kutty, Adeeb; Kucukvar, Murat, Abdella, Galal. M., Bulak, Muhammet y Onat, Nuri (2022). Sustainability Performance of European Smart Cities: A Novel DEA Approach with Double Frontiers. *Sustainable Cities and Society*. Vol. 81. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103777>
- Labandeira, Xavier; León, Carmelo y Vázquez, María. (2007). *Economía Ambiental*, Pearson, Prentice Hall: Madrid - España.
- Laínez, Armando. (2016). El principio de Culpabilidad en el Derecho Administrativo Sancionador como límite de aplicación de la doctrina de los Actos Propios. *Revista*



- de la Facultad de Derecho Universidad Tecnológica de El Salvador. Año 8. No. 13. P.p, 117-128.
- Lasswell, Harold. (1971), A preview of policy science, New York: American Elsevier Publishing.
- Lasswell, Harold. (1992). La concepción emergente de las Ciencias de Políticas. En A. V. (ed), Estudio de las Políticas Públicas (pág. 105). México: Porrúa.
- Le Clercq, Juan y Cedillo, Celeste. (2022). Números de la injusticia ambiental: la medición de la impunidad en México. *Íconos. Revista de Ciencias Sociales*. No. 73. P.p. 179-200.
- Ley amparo, reglamentaria de los artículos 103 y 107 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (2013). DOF 14-06-2024. En: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAmp.pdf>
- Ley de Aguas Nacionales. (1992). DOF 08-05-23. Recuperado de: [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lan/LAN\\_orig\\_01dic92\\_ima.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lan/LAN_orig_01dic92_ima.pdf)
- Ley de Aguas Nacionales. (2004). DOF 08-05-23. Recuperado de [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lan/LAN\\_ref01\\_29abr04.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lan/LAN_ref01_29abr04.pdf)
- Ley de Aguas Nacionales. (2012). DOF 08-05-23. Recuperado de [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5253031&fecha=08/06/2012#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5253031&fecha=08/06/2012#gsc.tab=0)
- Ley de Aguas Nacionales. (2020). DOF 08-05-23. Recuperado de: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5583492&fecha=06/01/2020#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5583492&fecha=06/01/2020#gsc.tab=0)
- Ley de Planeación. (1983). DOF 08-05-2023. Recuperado de [\[https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LPlan.pdf\]](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LPlan.pdf)
- Ley federal de derechos. (1981). DOF 23-04-2024 En: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFD.pdf>
- Ley federal de procedimiento administrativo. (1994b). DOF 18-05-2018. En: [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/112\\_180518.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/112_180518.pdf)
- Ley federal de procedimiento contencioso administrativo. (2005). DOF 21-05-2024
- Ley federal sobre metrología y normalización. (1992). DOF 30-04-2009. En: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/107522/LEYFEDERALSOBREMETROLOGIAYNORMALIZACION.pdf>
- Ley General de Agua. Decreto No. 181-2009 (2009).En: [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam\\_files/ley-general-de-aguas-2009.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/ley-general-de-aguas-2009.pdf)
- Ley general de aguas nacionales (2007). La Gaceta 04 de septiembre de 2007. En: [http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/\(\\$All\)/C0C1931F74480A55062573760075BD4B](http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/($All)/C0C1931F74480A55062573760075BD4B)
- Ley general de equilibrio ecológico y la protección al ambiente. (1988). DOF 01-04-2024 Recuperado en: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- Ley no. 29338 de recursos hídricos. (2009). <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N°-29338.pdf>
- Ley no. 3239 de los Recursos Hídricos del Paraguay, (2007). <https://bacn.gov.py/archivos/2724/20141029105759.pdf>
- Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua.(2014). Asamblea Nacional 05 de agosto de 2014. Recuperado de: <https://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Ley-Organica-de-Recursos-H%C3%ADricos-Usos-y-Aprovechamiento-del-Agua.pdf>
- Lezama, José y Graizbord, Boris. (2010). *Los grandes problemas de México*. Medio Ambiente. México. Págs. 431.

- LI, Guanmin. (2011). Output efficiency evaluation of university human resource based on DEA. *Procedia Engineering*. Vol. 15. P.p. 4707-4711.
- Liu, W. B., Meng, W., Li, X. X., & Zhang, D. Q. (2010). DEA models with undesirable inputs and outputs. *Annals of Operations Research*. Vol. 173. P.p. 177-194.
- Logroño, Paulina; Vargas, Vanessa; Orozco, Edison y Naranjo, Myriam. (2024). Análisis factorial para la valoración de la actitud emprendedora en estudiantes de educación superior. *Revista de ciencias sociales*. Vol. 30. No.1. P.p. 361-380.
- López, Álvaro, Zúniga, Carlos, López, M.ario, Quirós, Olman , Colón-García, Adelfa, Navas, José; Martínez, Erick y Rangel, Raúl. (2016). Estado del arte de la medición de la productividad y la eficiencia técnica en América Latina: Caso Nicaragua. *Rev. Iberoam. Bioecon. Cambio Clim.* Vol. 1. No. 2. P.p.76–100. En: <https://doi.org/10.5377/ribcc.v1i2.2478>
- López, José . (1998). El principio de proporcionalidad en Derecho Administrativo. *Cuadernos de Derecho Público*. No. 5. P.p.143-158
- López, Pedro y Fachelli, Sandra. (2015). Metodología de la investigación social cuantitativa. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. <https://ddd.uab.cat/record/129382>
- Losada, Antonio. (2003). Entre la ciencia política básica y la ciencia política aplicada; de la política a las políticas, del análisis a la gestión. *RIPS. Revista de Investigaciones Políticas y Sociológicas*. Vol. 2, No. 2, P.p. 63-81. En: <https://www.redalyc.org/pdf/380/38020206.pdf>
- Lozano Pablo. y Peña, E. (2007) *Evaluación de las tasas redistributivas por vertimientos hídricos en la cuenca media del río Bogotá*. Escuela Superior de Administración pública. Especialización en Finanzas Públicas. Bogotá D.C., Colombia. P.p. 108.
- Lynn, Laurence. (1980). *Designing public policy: A casebook of the role of policy analysis*. California. Págs. 471
- Machi, Lawrence y McEvoy, Brenda (2016). *The literature review: Six steps to success*. Corwin Press. Págs. 192.
- Mahlknecht, Jürgen. (2021). Análisis de contribución de fuentes de contaminación en aguas subterráneas y superficiales utilizando el Modelo de Mezcla Bayesiano. *GEOS*. Vol. 41. No.2. En: <https://geos.cicese.mx/index.php/geos/article/view/65>
- Maia, José; Matos, Kátia; Pererira, Alan y Lima, Leonel. (2012). Estudio exploratorio de la eficiencia de los Tribunales de Justicia de los estados brasileños mediante el Análisis Envolvente de Datos (DEA). *Revista de Administração Pública*. Vol. 46. P. p. 1317-1340.
- Maldonado, Erandi; Herrera, Hugo y Guerrero, Hilda . (2018). Diseño de política ambiental e innovación social. Aportaciones teórico- metodológicas para la gestión sustentable de áreas naturales protegida. *Economía y Sociedad*. Vol. XXII, No. 38. P.p. 111-128.
- Marín, Hugo.(2016). *El procedimiento administrativo como herramienta para la paz*. La constitucionalización del derecho administrativo. Colombia. Vol. 399. P.p. 395-438.
- Martínez, Austria, P. F., y Reyna, Guzmán F. (2012). *Gobernanza: Reflexiones desde la gestión pública*. Daniel Licea Murillo (coord), La gobernanza del agua. Un desafío actual. Hacia una mirada crítica del concepto y de su aplicación, México. *Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*, P.p. 17-38. En: <http://hdl.handle.net/20.500.12013/1528>
- Martínez, Joan y Roca Jordi. (2015). Economía ecológica y política ambiental. Fondo de Cultura Económica. México. Págs. 492.
- Martínez, Marcelino. (2003). La medición de la eficiencia en las instituciones de educación superior. Bilbao: Fundación BBVA. Págs. 167.
- Martínez, María. (2020). Define problema público: el caso del desplazamiento interno forzado por violencia en México. México. En:

<https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/bitstream/123456789/26670/1/cdt080722121913xfyt.pdf>

- Martínez, Polioptro; Díaz, Carlos; Moeller, Gabriela. (2019). Seguridad hídrica en México: diagnóstico general y desafíos principales. (1998) *Ingeniería del agua*. Vol. 23, No. 2. P.p. 107-121. En: <https://doi.org/10.4995/ia.2019.10502>
- Martínez, Polioptro; Díaz, Carlos y Moeller, Gabriela. (2019). Seguridad hídrica en México: diagnóstico general y desafíos principales. *Ingeniería del agua*. Vol. 23. No 2. P.p. 107-121. <https://doi.org/10.4995/ia.2019.10502>
- Martínez, Rafael I. Derecho Administrativo 1er. y 2do. Curso. (2014) México. Oxford Harla. Págs 380.
- Martínez, Santiago. (2016). La burocracia: elemento de dominación en la obra de Max Weber. *Misión Jurídica: Revista de derecho y ciencias sociales*. Vol. 9, No.10, P.p. 141-154.
- Martínez, Viridiana. (2019). Manejo y gestión del agua en la agricultura frente a la crisis hídrica en Tarímbaro y Álvaro Obregón. México. Págs. 251.
- Martínez, Yaset, y Villalejo, Víctor. (2018). La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos. *Ingeniería hidráulica y ambiental*. Vol. 39. Núm. 1. Cuba. P.p. 58-72.
- Massuela, D. B.; Montes de Oca, Alexis y Ulloa, Mayda. (2019). La evaluación ambiental estratégica: desde el enfoque de su desarrollo histórico hasta su aplicabilidad en la actualidad. *HOLOS*, Vol. 6. P.p. 1-22 DOI: 10.15628/holos.2019.8704
- Mead, Laurence. (1995). Public Policy: Vision, Potential, Limits. *Policy Currents* (Newsletter of the Public Policy Section, APSA), Vol. 68. No. 3.
- Medina, Jorge. (2010). Modelo Integral de productividad, Aspectos importantes para su implementación. *Escuela de Administración y Negocios*. Vol. 69. P.p. 110 - 109. En: <http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n69/n69a07.pdf>
- Mejía, Silvia; Pinos, Luis y Tonon, Luis. (2023). Función de Producción Cobb-Douglas. Una Revisión Bibliográfica. *Economía y Negocios*. Vol. 14. No 2. P.p. 74-95.
- Mendoza, Odette y Espíndola Dora. (2023) Seguridad pública ambiental en México: inspección y vigilancia. *Revista del instituto de investigaciones jurídicas de la Universidad Autónoma de México*. No. 78. En: <https://revistas.juridicas.unam.mx/index.php/hechos-y-derechos/article/view/18322/18631>
- Merino, Mauricio. (2015). Evaluación de las políticas sociales: retos y propuestas. Recuperado de <https://www.sanzytorres.es/static/pdf/26617295.pdf>
- Micheli, Jordy. (2000). Política ambiental en el sexenio 1994-2000 (antecedentes y globalización del mercado ambiental mexicano). *El cotidiano*. Vol. 17. No. 103. P.p. 90-102. Recuperado en: <https://www.redalyc.org/pdf/325/32510309.pdf>
- Minzner, Max. (2012) "Why Agencies Punish", en *William & Mary Law Review*, Vol. 53, No. 3, (William & Mary Law School), P.p. 859-860
- Minzner, Max. (2012). *Why Agencies Punish*, en *William y Mary Law Review*. Vol. 53. No. 3. P.p. 859-860.
- Monroy, Oscar. (2013). Manejo sustentable del agua en México. *Revista Digital Universitaria*. México. Vol. 14. No.10. En: <http://www.revista.unam.mx/vol.14/num10/art37/index.html>
- Montero, María. (2011). *Usos de la tierra del Humedal Nacional Térraba Sierpe. Proyecto de Graduación*. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Diseño Industrial, Costa Rica. Págs. 65.
- Montesinos, Antonio; Pérez, Javier y Ramos, Roberto. (2014). El empleo de las administraciones públicas en España: caracterización y evolución durante la crisis, Documentos ocasionales, No. 1402, Banco de España.

- Montoya, Omar. (2007). Aplicación del análisis factorial a la investigación de mercados. Caso de estudio. *Scientia et technica*. Vol. 1. No. 35. P.p.281-286. <https://moodle2.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/5443>
- Mora, Consuelo; Cano, Patricia; Martínez, José y Sánchez, Diana. (2019). Análisis factorial para la validación de las variables en un modelo de alianzas estratégicas en microempresas mexicanas. *Nova scientia*. Vol. 11. No. 23. <https://doi.org/10.21640/ns.v11i23.1829>
- Morales, Gissela. (2012). Los principios de derecho penal aplicados al derecho disciplinario. *Praxis de la Justicia Administrativa*. P.p. 1-16. En: <http://www.tffja.gob.mx/investigaciones/historico/pdf/losprincipiosdederechopenal.pdf>
- Morán, Julio. (2018). El municipio como proveedor de servicios públicos en Michoacán: Un estudio de la eficiencia a través del análisis envolvente de datos (DEA) (Tesis de Maestría, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo).
- Moreno, Juan; Velasco, Francisco; Sanz, María y Ludena, Carlos. (2017) Medición de los rendimientos a escala y daños a escala en la evaluación natural y managerial del sector agrícola de América Latina y el Caribe, utilizando DEA. En Globalización post-crisis: cambios e incertidumbre. XIX Reunión de Economía Mundial, La Rábida, Palos de la Frontera. P.p 1-19.
- Muller, Pierre. 2002. *Las políticas públicas*. Colombia. P.p. 199. En: <https://cursodeposgrado.files.wordpress.com/2011/08/muller.pdf>
- Nava, Arturo. (2011). Orientaciones para la política hídrica en México. *Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*. Págs 16. Recuperado en: <http://repositorio.imta.mx/bitstream/handle/20.500.12013/1497/CP-1113.1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Navarro, José y Delfin, Odette. (2020). La eficiencia de la educación superior en México, 2008-2016: Un modelo DEA dinámico-network. *Perfiles latinoamericanos*. Vol. 28. No 56. P.p. 261-298.
- Navarro, José; Ayvar, Francisco y Giménez, Víctor. (2016) Generación de bienestar social en México: un estudio DEA a partir del IDH. *Economía, sociedad y territorio*. Vol. 16. No. 52. P.p. 591-621.
- Navarro, José. (2005). La eficiencia del sector eléctrico en México. Morelia: UMSNH. Págs 175.
- Ng, Ying. (2008). The productive efficiency of the health care sector of China. *Review of Regional Studies*. Vol. 38. No. 3. P.p. 381-393.
- Norma Oficial Mexicana. (1996). DOF: 05/01/18. En [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4863829&fecha=06/01/1997#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4863829&fecha=06/01/1997#gsc.tab=0):
- Norma Oficial Mexicana. (2021). DOF: 11/03/2022. En: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5645374&fecha=11/03/2022#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5645374&fecha=11/03/2022#gsc.tab=0)
- Novotny, Vladimir. (1999). Diffuse pollution from agriculture a worldwide outlook. *Water science and technology*. Vol. 39. No. 3. P.p.1-13. En: [https://scihub.se/https://doi.org/10.1016/S0273-1223\(99\)00027-X](https://scihub.se/https://doi.org/10.1016/S0273-1223(99)00027-X)
- OCDE (2009). Employment in general government and public corporations en government at a glance 2009, OCDE Publishing. Recuperado de: <https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/data/insights/statistical-releases/2025/1/labour-market-situation-oecd-01-2025.pdf>
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). (2011). *Water Governance in OECD Countries: A Multi-level Approach*. Paris. OECD Studies on Water. En: <https://www.oecd.org/cfe/regionaldevelopment/48885867.pdf>

- OEA, W., y Consejo Provincial de Pichincha, Q. (1988). Resumen del Proyecto de Desarrollo Rural Integral del Occidente de Pichincha Fase II. Ecuador. En: <http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea06s/ch03.htm>
- OECD (2012), *Water Governance in Latin America and the Caribbean: A Multi-level Approach*, OECD Studies on Water, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264174542-en>.
- OECD (2014), Evaluaciones de la OCDE sobre el desempeño ambiental: México 2013, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264189188-6-es>.
- Oñate, Juan J.; Pereira, David; Suarez, Francisco, Rodríguez, Juan, Javier Chacón. (2002). La evaluación ambiental de políticas, planes y programas. Evaluación ambiental estratégica, Madrid, Mundiprensa.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2015). *Organización de las Naciones Unidas-Asamblea General*. En: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/93/PDF/N1529193.pdf?OpenElement>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2004). *IWRM: For sustainable use of water. 50 years of international experience with the concept of integrated water management*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://edepot.wur.nl/30428>
- Ortegón, Edgar; Pcheco, Juan y Prieto, Adriana. (2005). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Chile. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Págs. 124.
- Ortiz, Alberto; Kido, Antonio; Kido, María; Razo, Cesar y Granados, Juan. (2023). Evaluación de la eficiencia de Instituciones Microfinancieras en México. Un análisis mediante la envolvente de datos a la Banca Social. *Revista Inquietud Empresarial*. Vol. 23. No.1. P.p. 1-14. En: <https://doi.org/10.19053/01211048.15642>
- Ortiz, Gustavo A. (S/A) Evolución y perspectivas del marco jurídico del agua en México: nuevos retos y oportunidades para la gestión integrada del recurso hídrico. UNAM. P.p. 17-52. Recupero En: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/6/2598/6.pdf>
- Ortiz, Gustavo. (2013). *Instrumentos legislativos y económicos de política pública: hacia el logro de la gestión integrada del agua en México*. México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Págs. 154.
- Ortiz, Gustavo. (2015). La política del agua en México en el marco del desarrollo sustentable. *Tecnología Y Ciencias Del Agua*, Vol. 12 No. 3. P.p. 59-70. Recuperado a partir de <https://www.revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/777>
- Ossa, Jaime. (2000) *Derecho administrativo sancionador. Hacia una teoría general y una aproximación para su anatomía*. Colombia. Págs. 700.
- Palomino, Margarita. (2018). La obligación tributaria. *Revista Praxis de la Justicia Fiscal y Administrativa*. Año X. No. 24. P.p. 119-139.
- Pardo, María; Dussauge, Mauricio; Laguna y Cejudo, Guillermo (eds.) (2018), *Implementación de políticas públicas*. Una antología. CIDE. México. Págs. 193-199.
- Pardo, María. (1984). La reforma administrativa para el desarrollo social en México. *Foro Internacional*. Vol. 25. No. 2 (98), P.p. 101-117. <http://www.jstor.org/stable/27753777>
- Parejo, Alfonso. (2012). Lecciones de derecho administrativo. Valencia: Editorial Tirant Lo Blanch. Págs. 1584
- Parra, Francisco. 2007. Análisis de eficiencia y productividad. Págs. 115. En: <http://econometria.files.wordpress.com>
- Parras, José. (2020). *Análisis Envolvente de Datos: La eficiencia del Sector Bancario Español*. Págs 44.

- Parsons, Wayne. (2007). *Políticas públicas: una introducción a la teoría y la práctica del análisis de las políticas públicas*. México. P.p. 815
- Pastor, Ismael y Torres, Lourdes. (2018). Evaluación de la eficiencia de los tribunales del orden social a través del modelo DEA. (Trabajo final de grado. Universidad de Zaragoza). Págs. 38.
- Pautz, Michelle y Rinfret, Sara (2011). Making sense of the front lines: environmental regulators in Ohio and Wisconsin. *Journal of Environmental Studies and Sciences*. Vol. 1. No. 4. P.p. 277–288.
- Pautz, Michelle. (2009). Trust between regulators and the regulated: a case study of environmental inspectors and facility personnel in Virginia. *Politics & Policy*. Vol. 37. No. 5. P.p. 1047–1072. DOI: 10.1111/j.1747- 1346.2009.00210.x
- Pedrozo, Adrián. (2020). La calidad del agua: un eje clave de política pública. *Perséctivas IMTA*. No. 3. Págs 3 En: doi.org/10.24850/b-imta-perspectivas-2020-03
- Pedrozo, Adrian. (2021). *En la regulación de descargas de aguas residuales*. México: *Perspectivas IMTA*. Núm 23. En: <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2021/06/b-imta-perspectivas-2021-23.pdf>
- Peña, Huberto y Solanes, Miguel. (2022). *La gobernabilidad efectiva del agua en las américas: un tema crítico*. Págs 25. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/21420/S36361P397G\\_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/21420/S36361P397G_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Peretto, Claudia. (2016). *Evaluación de eficiencia y productividad del sistema bancario. El caso de las Entidades bancarias de la República Argentina en la década del 2001-2010/2016*. (Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Córdoba). En: <http://hdl.handle.net/11086/4429>
- Peretto, Claudia. (2016b) Métodos para medir y evaluar la eficiencia de unidades productivas. *Revista de la Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa*. Vol. 24, No. 39. P.p. 5-25.
- Pérez, Jesús. (2010). La política ambiental en México: Gestión e instrumentos económicos. *El Cotidiano*, Vol. 25 Núm. 162, P.p. 91-97. En: <https://0-search-proquest-com.biblioteca-ils.tec.mx/scholarly-journals/la-politica-ambiental-en-mexico-gestion-e/docview/749840240/se-2>
- Pérez, Miguel. (2020). Principios del procedimiento administrativo. *Alegatos*. Vol. 1, No. 25. P.p. 101-102. En: [https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0,5&as\\_ylo=2017&as\\_yhi=2023&q=NOCIONES+DEL+procedimiento+administrativo+en+mexico](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0,5&as_ylo=2017&as_yhi=2023&q=NOCIONES+DEL+procedimiento+administrativo+en+mexico)
- Pérez, Pedro; Pilar, Jesús; Segovia, Elsa; Conesa, Carmelo y Alarcón Juan. (2019). La degradación ambiental y sus efectos en la contaminación de las aguas superficiales en la cuenca del río Conchos (Chihuahua - México). *Cuadernos Geográficos*. Vol. 58. No.1, P.p. 47–67. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v58i1.6636>
- Perry, Chris; Rock, Michael y Seckler, David. (1997). Water as an Economic good: A solution, or a problem?. *International Irrigation Management Institute*. Vol. 14. Págs. 16.
- Perry, Chris. (1999). The IWMI water resources paradigm: definitions and implications. *Agricultural Water Management*. Vol. 40 No. 1. P.p. 45-50. En: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377498001024>
- Pierri, Naína. (2005). *Historia del concepto de desarrollo sustentable*. en ¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable. Guillermo Foladori y Naína Pierri, (Coords.) México. P.p. 27-81.
- Pinzón, Jennifer. (2003). *Medición de eficiencia técnica relativa en hospitales públicos de baja complejidad mediante Data Envelopment Analysis. (DEA)*. (Tesis de Maestría. Pontificia Universidad Javeriana).

- Pirateque, Javier; Piñeros, José y Mondragón, Linda. (2013). Eficiencia de los establecimientos Bancarios (EB): una aproximación mediante modelos DEA. *Borradores de Economía*. N° 798. P.p. 1-39.
- Pittman, Russell. (1983). Multilateral productivity comparisons with undesirable outputs. *The Economic Journal*, Vol. 93 No. 372. P.p. 883-891.
- Plaza, Carlos. (2008). *Monográficos Agua en Centroamérica Derecho Humano al Agua*. Centroamérica. Págs. 164.
- Polinsky, Michelle y Shavell, Steven. (2000). The Economic Theory of Public Enforcement of Law. *Journal of Economic Literature*. Vol. 38. No.1, P.p. 45-76. DOI: 10.1257/jel.38.1.45
- Puig, Jaume y Dalmau, Eulalia (2000). ¿Qué sabemos acerca de la eficiencia de las organizaciones sanitarias en España? Una revisión de la literatura económica. España: XX Jornadas de Economía de la Salud Asociación de Economía de la Salud (AES). Disponible en Internet: <http://www.econ.upf.edu/~puig/publicacions/paper999.pdf>
- Quintana, Jesús. (2009). *Derecho Ambiental Mexicano, Lineamientos Generales*. Editorial Porrúa. México. Págs. 389.
- Ramakrishna, Bommathanahalli. (1997). *Estrategia de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas: conceptos y experiencias*. Costa Rica. Págs. 307.
- Ramalho, Rubens. (2021). *Tratamiento de aguas residuales*. España. Págs 697.
- Ramanathan, Ramakrishnan. (2006). A multi-factor efficiency perspective to the relationships among world GDP, energy consumption and carbon dioxide emissions. *Technological Forecasting and Social Change*. Vol.73. No. 5. P.p. 483– 494. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2005.06.012>
- Ramírez, Salvador. (2020). *El principio de proporcionalidad como derecho humano en la imposición de las sanciones pecuniarias municipales*. En: Derechos humanos, parlamento y control del poder en México: Una perspectiva local. México. P.p 105 – 125.
- Ramírez, Sergio. (2011). Jurisdicción contenciosa administrativa en materia ambiental en México en Legislación ambiental en América del Norte: experiencias y mejores prácticas para su aplicación e interpretación jurisdiccional. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión para la Cooperación Ambiental. En: <http://ru.juridicas.unam.mx/xmlui/handle/123456789/11860>
- Ramón, Jacipit; León, José y Castillo, Nelson. (2015). Diseño de un sistema alternativo para el tratamiento de aguas residuales urbanas por medio de la técnica de lombrifiltros utilizando la especie *Eisenia foetida*. *Revista Mutis*. Vol. 5. No. 1. P.p. 46–54. En: <https://doi.org/10.21789/22561498.1018>
- Raschid-Sally, Lica y Jayakody, Priyantha. (2008). Drivers and Characteristics of Wastewater Agriculture in Developing Countries: Results from a Global Assessment. *IWMI Informe de Investigación. Instituto Internacional de Gestión de Recursos Hídricos* (IWMI). No. 127. P.p.1-29.
- Rebollar, Samuel; Callejas, Nicolás; Hernández, Juvencio; Gómez, Germán y Guzmán, Eugenio. (2016). Isocuenta de la producción de leche semiintensiva en una región del Estado de México. *CIENCIA ergo-sum: revista científica multidisciplinaria de la Universidad Autónoma del Estado de México*. Vol. 23. No. 2. P.p. 171-177.
- Reboratti, Carlos (2006). La naturaleza y nosotros: el problema ambiental. Argentina. Págs 96.
- Reboratti, Carlos. *Ambiente y sociedad: conceptos y relaciones*. Buenos Aires: Ariel, 2000. Recuperado en: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>
- Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. (1994). DOF: 30/11/2006

- Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua. (2006). DOF: 12/10/2012. En: [http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/juridico/reglamentos/Reg\\_Interior\\_CO\\_NAGUA\\_.pdf](http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/juridico/reglamentos/Reg_Interior_CO_NAGUA_.pdf)
- Render, Barly; Stair, Jr. y Hanna, Michael. (2012). Métodos cuantitativos para los negocios (Undécima ed.). Naucalpan de Juárez, Estado de México, México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V. Págs. 752
- Repetto, Fabián. (2004). Capacidad Estatal: requisito para el mejoramiento de la Política Social en América Latina. *Documentos de Trabajo Del INDES*. Serie Documentos de Trabajo I-52 Washington, D.C.
- Retting, Mauricio. (2009) Desarrollo previsible de la relación entre la antijuridicidad y la culpabilidad. *Revista de derecho (Valdivia)*. Vol. 22, No 2. P.p. 185-203.
- Revuelta, Benjamín y Verduzco, Claudia. (2013) El daño ambiental. Los mecanismos de protección. *Revista De Jure*. Vol. 11, P.p. 24-47.
- Revuelta, Benjamin. (2007). *La implementación de políticas públicas*. Colombia. Núm. 16, Págs. 135-156.
- Reyes, María. (2015). *Análisis de fortalezas y debilidades en la gestión de la regulación de las descargas de aguas residuales, en la Conagua*. Tesis de Maestría. México. Págs. 233.
- Reyes, Rosa; Galván, Luis E. y Aguiar, Mauricio. (2005). El precio de la contaminación como herramienta económica e instrumento de política ambiental. *Interciencia*. Vol. 30, No. 7., P.p. 436-441.
- Riera, Pere; Brannlund, Runar; García, Dolores y Kristrom, Bengt; (2005). *Manual de economía ambiental y de los recursos naturales*. España. Págs.353.
- Ríos-Patrón, Eduardo y Ortiz-Paniagua, Carlos. F. (2024). La Política de Asignación de Agua para el Ambiente en México. Una perspectiva desde la coalición promotora. *Sociedad Y Ambiente*, 2024 No. 27, P.p. 1–33. <https://doi.org/10.31840/sya.v2024i27.2929>
- Ríos, Alma. (2019). Consideraciones en torno al Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. *Ius Comitalis*, 2(4), 29-46. doi:10.36677/iuscomitalis.v2i4.12944.
- Rizvi, Fazal y Lingard, Bob. (2013). *Políticas educativas en un mundo globalizado*. Madrid. Morata. Págs 279.
- Rodrigues, Carlos (2017). Las políticas públicas. Yves Meny y Jean-Claude. Cuadernos del CENDES, Venezuela Vol. 34, No. 96. P.p. 185-192 En: <https://www.redalyc.org/pdf/403/40354944011.pdf>
- Rodríguez, Manuel y Espinoza, Guillermo. (2016). *Gestión ambiental en América Latina y el Caribe: evolución, tendencias y principales prácticas*. Washington, D.C., Págs. 265.
- Rodríguez, María; Hidalgo, Cristina; Álvarez, Ramón y del Río, Sara. (2022). Eficiencia Técnica y sus factores de ajuste de los municipios productivos de la Denominación de Origen León (España) en 2008 y 2018. *In Anales de geografía de la Universidad Complutense*. Vol. 42, No. 2. P.p. 485-508.
- Rogers, Peter y Hall, Alan. (2003). *Effective water governance*. Global water partnership Stockholm. Págs. 43. Recuperado en: <https://www.pacificwater.org/userfiles/file/IWRM/Toolboxes/Policy%20and%20legislation/TEC%207.pdf>
- Rojas, Alberto y Tzatchkov, Velitchko. (2022). *Introducción a la seguridad hídrica*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Págs 290. Recuperado en: [https://www.imta.gob.mx/gobmx/DOI/libros/2022/introduccion\\_seguridad\\_hidrica.pdf](https://www.imta.gob.mx/gobmx/DOI/libros/2022/introduccion_seguridad_hidrica.pdf)
- Rojas, José. (2002). *Simulación de la calidad del agua de corrientes superficiales para la determinación de límites máximos permisibles de contaminantes en descargas de*



- aguas residuales*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Nacional Autónoma de México. Págs. 197.
- Roldán, José. (2018). *Derecho Administrativo*. México. Oxford University Press Págs. 454.
- Romero, Jairo. (2004). *Tratamiento de aguas residuales. Teorías y principios de diseño*. Colombia. Págs 1235.
- Ronco, Alicia; Díaz, María y Pica, Yolanda. (2004). *Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas. Estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones*. IMTA. México. Págs. 179.
- Roth Deubel y Adré Noël.-N. (2006). *Políticas públicas. Formulación, implementación y evaluación*. Bogotá. P.p. 219
- Rubio, Miguel y Rosales, Virginia. (2011). *Una Estimación del Desempeño Judicial en Andalucía Usando el Análisis Envolvente de Datos (DEA)*. En XVIII Encuentro de economía pública. P. 20.
- Ruiz, Rafael. (2015) *Convergencia de política hacia la gestión integral de recursos hídricos en México*. Revista Mexicana de Análisis Político y Administración Pública. México. Vol. IV. Núm. 2, Pp. 67-88. En: <http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/1168>
- Salazar, Alma. (2018) El agua subterránea y su importancia socioambiental. *Universitarios Potosinos*. Vol 227. Pp.16-21. En: [agua.org.mx/wp-content/uploads/2020/10/227-04.pdf](http://agua.org.mx/wp-content/uploads/2020/10/227-04.pdf)
- Samboni, Natalia; Yesid, Carvajal y Juan, Escobar. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e investigación*. Vol 27. No. 3. P.p. 172-181
- Sampieri, Roberto. (1991). *Metodología de la investigación*. México. Págs. 656
- Sánchez, Arturo. (2011). *Conceptos básicos de gestión ambiental y desarrollo sustentable*. México. Págs. 332.
- Sánchez, Martina. (1993). *La herencia del pasado. La centralización de los recursos acuíferos en México*. México. Págs. 21.
- Sanchis, Carles y Boelens, Rutgerd. (2018). Gobernanza del agua y territorios hidrosociales: del análisis institucional a la ecología política. *Cuadernos de Geografía de la Universitat de València*. No. 101. P.p. 13-28. <https://doi.org/10.7203/CGUV.101.13718>
- Santes, Ricardo. (2017) *Propuestas de gobernanza ambiental en cuencas hidrográficas. Economía, sociedad y territorio*. Vol. 17. No 53. P.p. 233-240.
- Santos, Juan. (1994). *La gestión integrada: calidad, seguridad y medio ambiente*. México. Págs. 282
- Sarmiento, Alfredo; Castellanos, Wilma; Nieto, Angélica y Alonso, Carlos. (2006) Análisis de eficiencia técnica de la red Pública de prestadores de servicios dentro del Sistema General de Seguridad Social en Salud. *Revista Gerencia y Políticas de Salud*. Vol. 5. No. 11. P.p. 70-95.
- Schmidt, Eberhard. (2003). *La teoría general del derecho administrativo como sistema. Objeto y fundamentos de la construcción sistemática*. Madrid-Barcelona. Págs. 475
- SCJN, Primera Sala, Amparo en Revisión 641/2017, 18 de octubre de 2017. En: [https://www.scjn.gob.mx/sites/default/files/listas/documento\\_dos/2017-10/A.R.%20641-2017.pdf](https://www.scjn.gob.mx/sites/default/files/listas/documento_dos/2017-10/A.R.%20641-2017.pdf)
- Scott-Brown, Miles. (2006). De la EIA a la EAE y de vuelta: Revisando la Tiranía de Decisiones Pequeñas. Calgary, Canadá: Integrated Environments Ltda. En: [http://www.iirsa.org/admin\\_iirsa\\_web/Uploads/Documents/ease\\_taller08\\_m3\\_anexo1.pdf](http://www.iirsa.org/admin_iirsa_web/Uploads/Documents/ease_taller08_m3_anexo1.pdf)
- Scott, John. (2008). Evaluación de políticas y programas públicos: de las evaluaciones a las políticas. No. 444. P.p. 17. En: <http://cide.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1011/416>

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2011), Evaluación de Instrumentos normativos del Sector Ambiental, SEMARNAT, México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2022). Se publica NOM-001-SEMARNAT-2021, que establece límites de contaminantes en descargas de aguas residuales. Comunicado. En: <https://www.gob.mx/semarnat/prensa/se-publica-nom-001-semarnat-2021-que-establece-limites-de-contaminantes-en-descargas-de-aguas-residuales>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2020b). Calidad del agua. En: [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeiawf/compendio\\_2020/dgeiawf.semarnat.gob.mx\\_8080/approot/dgeia\\_mce/html/RECUADROS\\_INT\\_GLOS/D3\\_AGUA/D3\\_AGUA04/D3\\_R\\_AGUA05\\_01.html](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeiawf/compendio_2020/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/approot/dgeia_mce/html/RECUADROS_INT_GLOS/D3_AGUA/D3_AGUA04/D3_R_AGUA05_01.html)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT. (2020). Programa Nacional Hídrico 2020-2024. Gobierno de México. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/642632/PNH\\_2020-2024\\_ptimo.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/642632/PNH_2020-2024_ptimo.pdf)
- Sepúlveda, María. (2014). Análisis de eficiencia técnica y estudio de casos en los cultivos de flores de la Sabana de Bogotá. *Pensamiento y Gestión*. No 36, P.p. 291-326.
- Sepúlveda, Marques y Rubén Guillermo. (2020). La Gestión Ambiental en México y la Encíclica Laudato Si. *Revista Aristas*. Vol. 8. Núm. 15. P.p. 8-11.
- Serra, Andrés. (1996). *Derecho administrativo*. Segundo curso, 17a ed., México, Porrúa. Págs. 715.
- Shabani, Amit, Reza, Seyed; Reza, Farzipoor y Khodakarami, Monhsen. (2015). Distinctive data envelopment analysis model for evaluating global environment performance. *Applied Mathematical Modelling*. Vol. 39. No.15. P.p. 4385–4404. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2014.12.053>
- Shu, Tianjia; Zhong, Xiaoqiang y Zhang, Shuguang. (2011). TFP electricity consumption efficiency and influencing factor analysis based on DEA method. *Energy Procedia*. Vol. 12. P.p. 91-97.
- Silva, Romina. (2022). *Introducción del principio de culpabilidad en las infracciones tributarias como elemento subjetivo para ponderar la responsabilidad del sujeto infractor*. Tesis de grado. Págs 48.
- Simone, Athayde; Fonseca, Alberto, Araújo, Suely; Gallardo, Amarilis, Moretto, Evandro y Sánchez, Luis. (2022). The far-reaching dangers of rolling back environmental licensing and impact assessment legislation in Brazil. *Environmental Impact Assessment Review*. Vol. 94. 106742
- Sistema de información del agua potable y saneamiento (SIAPS). (2014). Evolución de la legislación de aguas en México. [http://siaps.colmex.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=70:evolucion-de-la-legislacion-de-aguas-en-mexico&catid=49:legislacion-del-agua&Itemid=95](http://siaps.colmex.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=70:evolucion-de-la-legislacion-de-aguas-en-mexico&catid=49:legislacion-del-agua&Itemid=95)
- Soares, Denise. (2019). Una aproximación conceptual y operativa al derecho humano al agua y el saneamiento. *Ambiente y desarrollo*. Vol. 23. No. 45. P.p. 12. En: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd23-45.acod>
- Solanes, Miguel y Getches, David. (1998). *Prácticas recomendables para la elaboración de leyes y regulaciones relacionadas con el recurso hídrico*. Banco Interamericano de Desarrollo, Departamento de Desarrollo Sostenible, División de Medio Ambiente. Págs. 103
- Sosa, Sofía y Vigo, Marta. (2020). Evaluación ambiental estratégica y participación social en la gestión del riesgo hídrico. *Margen: revista de trabajo social y Ciencias Sociales*.

- Vol. 4. No. 97. P.p. 1-8. En: <https://www.margen.org/suscri/margen97/Sosa-Vigo-97.pdf>
- Soto, Eduardo. (2020). El decaimiento en el derecho administrativo chileno: ¿extinción del procedimiento administrativo? ¿extinción del acto administrativo? Del derecho como literatura de ficción. *Revista Derecho Público Iberoamericano*. No 17. P.p. 301-323.
- Stufflebeam, Daniel y Shinkfield, Anthony (2015). Evaluación sistemática: guía teórica y práctica. España. Págs. 381
- Subirats, Joan. (1993). Análisis de políticas públicas y gestión pública: promesas y riesgos de una vida en común. *Ekonomiaz*. Vol. 26. P.p. 144-149.
- Sueyoshi, Toshiyuki y Goto, Mika. (2010). Should the US clean air act include CO2 emission control?: Examination by data envelopment analysis. *Energy policy*. Vol. 38. No. 10. P.p. 5902-5911.
- Sueyoshi, Toshiyuki y Yuan, Yan. (2015). China's regional sustainability and diversified resource allocation: DEA environmental assessment on economic development and air pollution. *Energy Economics*. Vol. 49. P.p. 239-256. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.01.024>
- Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN). (2005) Tesis I.7o.A.447 A, T.C.C., Semanario judicial de la Federación y su Gaceta, Novena Época, tomo XXI, Enero de 2005, p. 1799. Reg. digital 179544.
- Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN). (2007) Tesis I.4o.A.569 A, T.C.C., Semanario judicial de la Federación y su Gaceta, Novena Época, tomo XXV, Marzo de 2007, p. 1665. Reg. digital 173049.
- Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN). (2012) Tesis VI.1o.A. 7 A, T.C.C., Semanario judicial de la Federación y su Gaceta, Décima Época, Libro IV, Enero de 2012, p. 4335. Reg. digital 2000085.
- Surel, Yves y Sánchez, Javier. (2008). Las políticas públicas como paradigmas. *Estudios políticos*. No. 33. P.p. 41-65.
- Tamayo, Manuel. (1997) *El análisis de las políticas públicas*. En: La nueva administración Pública, Rafael Bañón y Ernesto Carrillo (comps), Madrid.
- Tapia, Gabriela. (2016). Incrementalismo presupuestal en México: Un análisis de los programas presupuestarios del PEF 2010-2015. *Gestión y Análisis de Políticas Públicas*. P. p. 78-101. En: <https://doi.org/10.24965/gapp.v0i16.10366>
- Tesis 2a./J. 127/99, Semanario Judicial de la Federación y su Gaceta, Novena Época, t. X, diciembre de 1999, p. 219.
- Tirado, José. (2011). Principio de proporcionalidad y sanciones administrativas en la jurisprudencia constitucional. *Derecho Pucp*. No. 67, P.p. 457-467.
- Toledo, Alejandro. (2002). *El agua en México y el mundo*. Gaceta ecológica. Vol.64. P.p. 9-18.
- Torres, Marisol; Ayvar, Francisco; Navarro, José. (2018). La eficiencia de la industria de alimentos, bebidas y tabaco: un análisis a través de la envolvente de datos. *Revista nicolaita de estudios económicos*. Vol. 13. No. 1. P.p. 29-52.
- Torres, Patricia; Cruz, Camilo y Patiño, Paola. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano una revisión crítica. *Revista Ingenierías*. Vol. 8. No.15. P.p. 79-94.
- Torres, Zacarías; Navarro, José y Gómez, Rodrigo. (2013). Medición de la eficiencia a través de la envolvente de datos (DEA) y su relación con el índice de capitalización: el caso de los trece bancos comerciales más importantes en México, 2004-2008. *Investigación administrativa*. Vol. 42. No. 111, P.p. 48-65.
- Trillo, David. (2002). Análisis económico y eficiencia del sector público. Eficiencia, Equidad y Control Democrático: Un Marco Triangular para el Análisis de Políticas. P.p. 2-18. En:

- <https://www.uv.es/vjaime/Políticas/Lecturas/Análisis%20económico%20y%20eficiencia%20del%20sector%20público.pdf>
- Tucker, Harvey. (1982). Incremental budgeting: myth or model. *The Western Political Quarterly*. Vol. 35. No. 3. P.p. 327-338. En: DOI: 10.2307/447549.
- United Nations World Water Assessment Programme (WWAP). (2021). *The United Nations World Water Development Report*. Paris: UNESCO. Recuperado de: <https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report-2021>
- Uprimny, Rodrigo. (2014). Estado de Derecho. EUNOMÍA. Revista En Cultura De La Legalidad, No. 5, P.p.168-176. En: <https://e-revistas.uc3m.es/index.php/EUNOM/article/view/2176>
- Urrego, Richard y Díaz, Milton. (2018). Evaluando el desempeño judicial de las unidades civiles en Ecuador a partir del Análisis Envolvente de Datos (DEA). *VI Encuentro Latinoamericano de Metodología de Las Ciencias Sociales*, 7 Al 9 de noviembre de 2018 (Aecip 2018) 2014–2018. En: [http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab\\_eventos/ev.12753/ev.12753.pdf%0AInformación](http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.12753/ev.12753.pdf%0AInformación)
- Valadés, Diego y Gutiérrez Rodrigo. (2001). *Economía y Constitución: Memoria del IV Congreso Nacional de Derecho Constitucional*. Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM. Págs. 233. En: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/1/95/1.pdf>
- Valencia, Germán y Alexis, Yohan. (2008) La ciencia política y las políticas públicas: notas para una reconstrucción histórica de su relación. *Estudios políticos*. No 33. P.p. 93-121. Recuperado en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-51672008000200005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-51672008000200005&script=sci_arttext)
- Valencia, Nicolás y Almanza, Camilo. (2022). Evaluating the Efficiency and Productivity of Colombian Criminal Justice. *Review of Law & Economics*. Vol. 18, No. 3, P.p. 377-401.
- Valenti, Giovanna; Flores, Ulises. (2009) Ciencias sociales y políticas públicas. *Revista mexicana de sociología*. Vol. 71. P.p. 167-191. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-25032009000500007&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-25032009000500007&lng=es&tlng=es).
- Valenzuela, Angelina. (2022). La reparación del daño al medio ambiente a través del convenio entre las partes. El caso PROFEPA en contra del Residencial Balvanera, SA de CV. *Revista IUS*. Vol. 16, No. 49, P.p. 109-130.
- Valles, Josep, (2002). Ciencia política, una introducción, Barcelona. Págs. 455
- Vázquez, José. (1996). *El control de la Administración Pública en México*. Universidad Nacional Autónoma de México, México. Págs 315.
- Vega, Eduardo. (2020). La erosión presupuestal de la política ambiental mexicana: evidencias, argumentos y riesgos. *ECONOMÍAUnam*. Vol.17. No.51. P.p. 296-305. Disponible en :<http://revistaeconomia.unam.mx/index.php/ecu/article/view/565/597>
- Vega, Leonel. (2001). *Gestión ambiental sistémica*. Bogotá, Págs. 275
- Vega, Obdulía. (2016). *Gobernanza del agua en México 1984-2014: derecho humano al agua, relaciones intergubernamentales y la construcción de ciudadanía*. [Tesis de doctorado, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Políticas y Sociología]. En: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/37721/1/T37237.pdf>
- Velázquez, Lorenia. (2006). *Usos y reusos del agua en el sector industrial*. P.p. 73-85. En: <http://52.0.166.239/bitstream/handle/2012/44633/Usos%20y%20reusos%20del%20agua%20en%20el%20sector%20industrial%20el%20caso%20de%20Hermosillo,%20México.pdf?sequence=>

- Vergara, Alejandro (2004). Esquema de los principios del Derecho Administrativo Sancionador. *Revista De Derecho*. Año 11. No. 2, P.p.137-147. En: <https://doi.org/10.22199/S07189753.2004.0002.00008>
- Villa, Gabriel. (2003). *Análisis por Envoltura de Datos (DEA): Nuevos modelos y aplicaciones*. Tesis de doctorado, Universidad de Sevilla. Repositorio institucional. <https://idus.us.es/handle/11441/15412>
- Villalobos, José. (2020). *Comentarios a la cuenta pública nacional de México 2019*. MPRA Paper. University Library of Munich. P.p. 37. Disponible en: [https://mpra.ub.uni-muenchen.de/104497/1/MPRA\\_paper\\_104497.pdf](https://mpra.ub.uni-muenchen.de/104497/1/MPRA_paper_104497.pdf)
- Villanueva, Carlos. (2020). *Apuntes en torno a las potestades sancionadora y de regulación en el contexto del Estado regulador en México*. En: Praxis de la Justicia Administrativa. México. Año XII. Núm. 28. P.p.1-51.
- Vivas, William. (2020). El derecho al medio ambiente sano como derecho humano de carácter fundamental. *Revista de la Facultad de Derecho de México*. Vol. 70. No. 278-2. P.p. 741-766.
- Wallerstein, Immanuel. (1988) El capitalismo histórico. México. Págs. 96.
- Wang, Ke; Wei, Yi-Ming y Lu, Bin. (2013). China's regional energy and environmental efficiency: A Range- Adjusted Measure based analysis. *Applied Energy*. Vol. 112. P.p. 1403–1415. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.04.021>
- Wang, Ke; Yu, Shiwei y Zhang, Wei. (2013b). China's regional energy and environmental efficiency: A DEA window analysis based dynamic evaluation. *Mathematical and Computer Modelling*. Vol. 58. No. 5-6. P.p. 1117-1127.
- Wieland, Patrick. (2017). *Introducción al Derecho Ambiental*. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado en: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4939069&fecha=30/11/2006#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4939069&fecha=30/11/2006#gsc.tab=0)
- Witker, Jorge. (2013). *El agua como recurso natural desde la perspectiva del derecho económico*. Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM. P.p. 205-215.
- World Justice Project. (2020). *Índice del Estado de Derecho 2020*. Págs. 203. En: <https://worldjusticeproject.org/sites/default/files/documents/WJP-Global-ROLI-Spanish.pdf>
- World Water Assessment Programme (WWAP) (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas). 2017. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. Aguas residuales: El recurso desaprovechado. París, UNESCO.
- Xenarios, Stefanos y Bithas, Kostas. (2012). The use of environmental policy instruments for urban wastewater control: evidences from an international survey. *Environmental Policy and Governance*. Vol. 22. No. 1, P.p. 14-26. En: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/eet.596>.
- Zamora, América y Navarro, José. (2014) Eficiencia de la administración pública aduanera a través del modelo DEA. *CONfinés de relaciones internacionales y ciencia política*. Vol. 10. No. 20. P.p. 117-135.
- Zamora, América. (2018). Logística del comercio internacional de la región de la Cuenca del Pacífico a través del Análisis Envoltante de Datos Network. *Contaduría y administración*. Vol. 63. No. 4. <https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2018.1359>
- Zhou, Peng; Ang, Beng Wah y Poh, Kim Leng. (2008). A survey of data envelopment analysis in energy and environmental studies. *European journal of operational research*. Vol. 189, No. 1. P.p. 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.04.042>

## ANEXOS

### ANEXO 1. Histórico hídrico, jurídico y presupuestal de la Comisión Nacional del Agua

| Año  | Usos consuntivos del agua<br>(porcentaje de agua concesionada) |                |            |       | Reforma a la LAN (Montos sanciones )                                                                | Calidad del agua                                                                                                 | Asignación presupuestal para la Subdirección General de Administración del agua (en millones de pesos) |
|------|----------------------------------------------------------------|----------------|------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | Agrícola                                                       | Público Urbano | Industrial | Otros |                                                                                                     |                                                                                                                  |                                                                                                        |
| 1999 | 76%                                                            | 17%            | 5.10%      | 1.60% | Incumplir con la NOM \$664.5-\$6,445<br>DAR sin permiso \$6,445-\$128,900                           | DBO 89% subregión Lerma                                                                                          | \$2.07                                                                                                 |
| 2004 | 76%                                                            | 14%            | 10%        | -     | Incumplir con la NOM o descargar aguas sin permiso : \$226,245 - \$904,800                          | DBO 2.17 millones de toneladas dar municipales<br>6.57 millones de toneladas dar industriales                    | \$2.80                                                                                                 |
| 2012 | 77%                                                            | 15%            | 4%         | 4.90% | Incumplir con la NOM \$93,405 y \$1,246,600<br>DAR sin permiso \$79,596-\$311,650                   | 12 de las 13 regiones hidrológicas administrativas se encontraban contaminadas y fuertemente en DBO, DQO y SST   | \$16.20                                                                                                |
| 2020 | 75.70%                                                         | 14.70%         | 5%         | 5%    | Incumplir con la NOM \$169,416 - \$2,258,880<br>DAR sin permiso \$135,532.8-\$596,720               | DQO y DBO tuvo un incremento del 4% y 0.2% de agua fuertemente contaminada                                       | \$6.50                                                                                                 |
| 2022 | 75.98%                                                         | 14.78%         | 4.65%      | 4.58% | Incumplir con la NOM \$202,293.00 - \$2,697,240.00<br>DAR sin pemriso \$ 161,834.4 - \$ 674, 050.00 | Porcentaje de agua Agua fuertemente contaminada en sistemas lénticos y lóticos 31.83% y 36.85%, respectivamente. | \$8.40                                                                                                 |

| Dirección Local Michoacán de la CONAGUA |                                                                         |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Año                                     | Asignación presupuestal para la Subdirección de Administración del agua |
| 2012                                    | \$3.08 millones de pesos                                                |
| 2014                                    | \$2.24 millones de pesos                                                |
| 2020                                    | \$700,000 pesos                                                         |
| 2022                                    | \$314,000 pesos                                                         |

Fuente: Elaboración propia a partir de CONAGUA, 1999, 2006, 2013,2021, 2023, 2024; Ley de Aguas Nacionales, 2004, 2012, 2020; CEFPA,2022 e INAI, 2023)

## ANEXO 2. Matriz de congruencia

| Pregunta general de la investigación                                                                                                                                                                                                                                                          | Objetivo general de la investigación                                                                                                                                                                                                                                                          | Hipótesis general de la investigación                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Variables                                                                                                                                                                                                        | Indicadores                              |                                      |                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                  | Outputs                                  | Inputs                               | Badoutputs                                  |
| ¿Cuál ha sido el nivel de eficiencia de la Dirección Local Michoacán de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en el control de la contaminación por descargas de aguas residuales en cuerpos receptores superficiales durante el ejercicio 2022?                                            | Determinar qué nivel de eficiencia obtuvo la Dirección Local Michoacán de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en el control de la contaminación por descargas de aguas residuales en cuerpos receptores superficiales durante el ejercicio 2022.                                         | La Dirección Local Michoacán de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) fue ineficiente en el control de la contaminación por descargas de aguas residuales en cuerpos receptores superficiales durante el ejercicio 2022.                                                                                                            | Dependiente<br>Control de la contaminación por descargas de aguas residuales, en cuerpos receptores superficiales<br>Independiente<br>Eficiencia de la Dirección Local Michoacán de la CONAGUA                   | % de agua de buena calidad contaminación | Presupuesto, Inspecciones, Sanciones | % de agua fuera de la NOM-001-SEMARNAT-2021 |
| <b>Preguntas específicas de la investigación</b>                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Objetivos específicos de la investigación</b>                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Hipótesis específicas de la investigación</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Variables</b>                                                                                                                                                                                                 | <b>Outputs</b>                           | <b>Inputs</b>                        | <b>Badoutputs</b>                           |
| ¿Cuál es la cantidad óptima de sanciones que debió implementar la Dirección Local Michoacán de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), para ser eficiente en el control de la contaminación por descargas de aguas residuales en cuerpos receptores superficiales durante el ejercicio 2022? | Calcular la cantidad óptima de sanciones que debió implementar la Dirección Local Michoacán de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), para ser eficiente en el control de la contaminación por descargas de aguas residuales en cuerpos receptores superficiales durante el ejercicio 2022. | La implementación de sanciones, como control de contaminación por descargas de aguas residuales en cuerpos receptores superficiales, ha sido inadecuada por la Dirección Local Michoacán de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en el ejercicio 2022                                                                             | Dependiente<br>Control de la contaminación por descargas de aguas residuales, en cuerpos receptores superficiales<br>Independiente<br>Implementación de sanciones por la Dirección Local Michoacán de la CONAGUA | % de agua de buena calidad contaminación | Presupuesto, Inspecciones, Sanciones | % de agua fuera de la NOM-001-SEMARNAT-2021 |
| ¿Qué Dirección Local u Organismo de Cuenca de la Comisión Nacional del AGUA (CONAGUA) puede emularse para ser eficiente en el control de la contaminación por descargas de aguas residuales en cuerpos receptores superficiales durante el ejercicio 2022?                                    | Identificar qué Dirección Local u Organismo de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) puede emularse para ser eficiente en el control de la contaminación por descargas de aguas residuales en cuerpos receptores superficiales durante el ejercicio 2022.                         | Las Direcciones Locales y Organismo de Cuenca de la parte norte del país, dada la disponibilidad de agua en esa región, son las más eficientes en el control de la contaminación por descargas de aguas residuales, convirtiéndose en modelos viables para replicar estrategias de optimización de recursos durante el ejercicio 2022 | Dependiente<br>Control de la contaminación por descargas de aguas residuales, en cuerpos receptores superficiales<br>Independiente<br>Presupuesto, Inspecciones, Sanciones                                       | % de agua de buena calidad contaminación | Presupuesto, Inspecciones, Sanciones | % de agua fuera de la NOM-001-SEMARNAT-2021 |

## ANEXO 3. Organigrama de la Comisión Nacional del Agua

| ORGANIGRAMA DE LA CONAGUA-UNIDADES ADMINISTRATIVAS A NIVEL CENTRAL |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I. SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Gerencia de personal</li> <li>Gerencia de recursos financieros</li> <li>Gerencia de recursos materiales</li> <li>Gerencia de tecnología de la información y comunicaciones</li> <li>Gerencia de innovación y fortalecimiento institucional</li> <li>Coordinación de atención a organismos fiscalizadores</li> </ul>                                                 |
| II. SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN DEL AGUA                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Gerencia de servicios a usuarios</li> <li>Gerencia de registro público de derechos de agua</li> <li>Gerencia de inspección y medición</li> <li>Gerencia de calificación de infracciones, análisis y evaluación</li> <li>Gerencia de regulación y bancos de agua</li> </ul>                                                                                          |
| III. SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Gerencia de construcción de infraestructura hidroagrícola</li> <li>Gerencia de proyectos de infraestructura hidroagrícola</li> <li>Gerencia de unidades de riego</li> <li>Gerencia de infraestructura de protección en ríos y de distritos de temporal</li> <li>Gerencia de distritos de riego</li> </ul>                                                           |
| IV. SUBDIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE, DRENAJE Y SANEAMIENTO    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Gerencia de potabilización y tratamiento</li> <li>Gerencia de estudios y proyectos de agua potable y redes de alcantarillado</li> <li>Gerencia de fortalecimiento de organismos operadores</li> <li>Gerencia de programas federales de agua potable y saneamiento</li> <li>Gerencia normatividad</li> <li>Gerencia de infraestructura hidráulica pluvial</li> </ul> |
| V. SUBDIRECCIÓN GENERAL JURÍDICA                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Gerencia de lo consultivo</li> <li>Gerencia de lo contencioso</li> <li>Gerencia de procedimientos administrativos</li> <li>Gerencia de descentralización y de transparencia y acceso a la información pública</li> </ul>                                                                                                                                            |
| VI. SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANEACIÓN                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Gerencia de cooperación internacional</li> <li>Gerencia de planificación hídrica</li> <li>Gerencia de coordinación Interinstitucional</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                    |
| VII. SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Gerencia de aguas subterráneas</li> <li>Gerencia de aguas superficiales e ingeniería de ríos</li> <li>Gerencia de consultivo técnico</li> <li>Gerencia de ingeniería y asuntos binacionales del agua</li> <li>Gerencia de calidad del agua</li> </ul>                                                                                                               |

Fuente: Elaboración propia a partir de (Reglamento interior de la Comisión Nacional del Agua, 2006)



| <b>Organigrama de la CONAGUA. Unidades Administrativas a Nivel Regional Hidrológico Administrativo</b> |                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                      | Dirección de administración                                 |
| 2                                                                                                      | Dirección de administración del agua                        |
| 3                                                                                                      | Dirección de Registro Público de Derechos de Agua           |
| 4                                                                                                      | Dirección de asuntos jurídicos                              |
| 5                                                                                                      | Dirección de infraestructura hidroagrícola                  |
| 6                                                                                                      | Dirección de agua potable y saneamiento                     |
| 7                                                                                                      | Dirección de planeación                                     |
| 8                                                                                                      | Dirección técnica                                           |
| 9                                                                                                      | Dirección de recaudación y fiscalización                    |
| 10                                                                                                     | Coordinación de atención a emergencias y consejos de cuenca |
| 11                                                                                                     | Subdirección de comunicación social y cultura del agua      |
| 12                                                                                                     | Centros de meteorología regional                            |

Fuente: Elaboración propia a partir de (Reglamento interior de la Comisión Nacional del Agua, 2006)

| <b>Organigrama de la CONAGUA. Unidades Administrativas a Nivel Estatal</b> |                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                          | Subdirección de administración del agua                                     |
| 2                                                                          | Subdirección de infraestructura hidroagrícola                               |
| 3                                                                          | Subdirección de agua potable y saneamiento                                  |
| 4                                                                          | Subdirección técnica                                                        |
| 5                                                                          | Unidad Jurídica                                                             |
| 6                                                                          | Subdirección de consejos de cuenca, gestión social y atención a emergencias |
| 7                                                                          | Subdirección de recaudación y fiscalización                                 |
| 8                                                                          | Área de comunicación y atención social e institucional                      |
| 9                                                                          | Centros de prevención meteorológica                                         |
| 10                                                                         | Subdirección de enlace administrativo                                       |

Fuente: Elaboración propia a partir de (Reglamento interior de la Comisión Nacional del Agua, 2006)

## ANEXO 4. Prueba de normalidad

| Resumen de procesamiento de casos |        |            |                |            |       |            |
|-----------------------------------|--------|------------|----------------|------------|-------|------------|
|                                   | Válido |            | Casos Perdidos |            | Total |            |
|                                   | N      | Porcentaje | N              | Porcentaje | N     | Porcentaje |
| Permisos                          | 32     | 100,0%     | 0              | 0,0%       | 32    | 100,0%     |
| Visitas                           | 32     | 100,0%     | 0              | 0,0%       | 32    | 100,0%     |
| Inspectores                       | 32     | 100,0%     | 0              | 0,0%       | 32    | 100,0%     |
| Sanciones                         | 32     | 100,0%     | 0              | 0,0%       | 32    | 100,0%     |
| Presupuesto                       | 32     | 100,0%     | 0              | 0,0%       | 32    | 100,0%     |
| FueradelaNom                      | 32     | 100,0%     | 0              | 0,0%       | 32    | 100,0%     |
| Libredecontaminacion              | 32     | 100,0%     | 0              | 0,0%       | 32    | 100,0%     |

| Pruebas de normalidad                       |                     |    |      |              |    |      |
|---------------------------------------------|---------------------|----|------|--------------|----|------|
|                                             | Kolmogorov-Smirnova |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|                                             | Estadístico         | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig. |
| Permisos                                    | ,135                | 32 | ,144 | ,884         | 32 | ,002 |
| Visitas                                     | ,276                | 32 | ,000 | ,548         | 32 | ,000 |
| Inspectores                                 | ,233                | 32 | ,000 | ,797         | 32 | ,000 |
| Sanciones                                   | ,218                | 32 | ,000 | ,814         | 32 | ,000 |
| Presupuesto                                 | ,344                | 32 | ,000 | ,361         | 32 | ,000 |
| FueradelaNom                                | ,164                | 32 | ,028 | ,938         | 32 | ,068 |
| Libredecontaminacion                        | ,163                | 32 | ,031 | ,942         | 32 | ,085 |
| a Corrección de significación de Lilliefors |                     |    |      |              |    |      |

|                                               |                  | Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra |         |             |           |             | % de agua Fuera de la NOM 001 SEMARNAT 2021 | % de agua Libre de contaminacion |
|-----------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------|---------|-------------|-----------|-------------|---------------------------------------------|----------------------------------|
|                                               |                  | Permisos                                      | Visitas | Inspectores | Sanciones | Presupuesto |                                             |                                  |
| N                                             |                  | 32                                            | 32      | 32          | 32        | 32          | 32                                          | 32                               |
| Parámetros normales a,b                       | Media            | 253,19                                        | 15,09   | 3,81        | 9,75      | 456,653.13  | 446,888                                     | 554,988                          |
|                                               | Desv. Desviación | 173,480                                       | 23,672  | 2,967       | 9,745     | 757,101.06  | 2,764,340                                   | 2,740,851                        |
| Máximas diferencias extremas                  | Absoluto         | ,135                                          | ,276    | ,233        | ,218      | ,344        | ,164                                        | ,163                             |
|                                               | Positivo         | ,135                                          | ,230    | ,233        | ,218      | ,344        | ,164                                        | ,086                             |
|                                               | Negativo         | -,095                                         | -,276   | -,172       | -,185     | -,299       | -,091                                       | -,163                            |
| Estadístico de prueba                         |                  | ,135                                          | ,276    | ,233        | ,218      | ,344        | ,164                                        | ,163                             |
| Sig. asintótica(bilateral)                    |                  | ,144c                                         | ,000c   | ,000c       | ,000c     | ,000c       | ,028c                                       | ,031c                            |
| a La distribución de prueba es normal.        |                  |                                               |         |             |           |             |                                             |                                  |
| b Se calcula a partir de datos.               |                  |                                               |         |             |           |             |                                             |                                  |
| c Corrección de siagnificación de Lilliefors. |                  |                                               |         |             |           |             |                                             |                                  |

Fuente: Elaboración propia con base en el software SPSS.

## ANEXO 5. Resultados de Eficiencia Global

| NO | DMU                 | Score     | Benchmark (Lambda)                                 | Proportionate Movement (Visitas) | Slack Movement (Visitas) | Projection (Visitas) | Proportionate Movement (Inspectores) | Slack Movement (Inspectores) | Projection (Inspectores) | Proportionate Movement (Sanciones) |
|----|---------------------|-----------|----------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| 1  | AGUASCALIENTES      | 1         | AGUASCALIENTES (1. 000000)                         | 0                                | 0                        | 1                    | 0                                    | 0                            | 5                        | 0                                  |
| 2  | BAJA CALIFORNIA     | 0. 650093 | COLIMA (1. 000000)                                 | 0                                | -2                       | 4                    | 0                                    | -1                           | 1                        | 0                                  |
| 3  | BAJA CALIFORNIA SUR | 1         | BAJA CALIFORNIA SUR (1. 000000)                    | 0                                | 0                        | 2                    | 0                                    | 0                            | 2                        | 0                                  |
| 4  | CAMPECHE            | 0. 448684 | COLIMA (1. 000000)                                 | 0                                | -20                      | 4                    | 0                                    | -1                           | 1                        | 0                                  |
| 5  | CHIAPAS             | 0. 289751 | COLIMA (1. 000000)                                 | 0                                | -43                      | 4                    | 0                                    | -1                           | 1                        | 0                                  |
| 6  | CHIHUAHUA           | 0. 606807 | COAHUILA (0. 337604) ;<br>TAMAULIPAS (0. 662396)   | 0                                | -1. 649582               | 2. 350418            | 0                                    | -5. 337604                   | 1. 662396                | 0                                  |
| 7  | CIUDAD DE MEXICO    | 0. 104074 | ZACATECAS (1. 000000)                              | 0                                | -19                      | 1                    | 0                                    | -8                           | 1                        | 0                                  |
| 8  | COAHUILA            | 1         | COAHUILA (1. 000000)                               | 0                                | 0                        | 5                    | 0                                    | 0                            | 1                        | 0                                  |
| 9  | COLIMA              | 1         | COLIMA (1. 000000)                                 | 0                                | 0                        | 4                    | 0                                    | 0                            | 1                        | 0                                  |
| 10 | DURANGO             | 0. 678017 | COLIMA (0. 548646) ;<br>TAMAULIPAS (0. 451354)     | 0                                | -2. 354061               | 2. 645939            | 0                                    | -1. 548646                   | 1. 451354                | 0                                  |
| 11 | ESTADO DE MEXICO    | 0. 371932 | AGUASCALIENTES (0. 130825) ;<br>COLIMA (0. 869175) | 0                                | -126. 392474             | 3. 607526            | 0                                    | -3. 476701                   | 1. 523299                | 0                                  |
| 12 | GUANAJUATO          | 0. 335018 | COLIMA (1. 000000)                                 | 0                                | -9                       | 4                    | 0                                    | -3                           | 1                        | 0                                  |
| 13 | GUERRERO            | 0. 345245 | COLIMA (1. 000000)                                 | 0                                | -23                      | 4                    | 0                                    | -2                           | 1                        | 0                                  |
| 14 | HIDALGO             | 0. 761288 | COLIMA (0. 141213) ;<br>TAMAULIPAS (0. 858787)     | 0                                | -1. 576362               | 1. 423638            | 0                                    | -0. 141213                   | 1. 858787                | 0                                  |
| 15 | JALISCO             | 0. 376501 | COLIMA (1. 000000)                                 | 0                                | -14                      | 4                    | 0                                    | -1                           | 1                        | 0                                  |
| 16 | MICHOACAN           | 0. 65075  | COLIMA (0. 077405) ;<br>TAMAULIPAS (0. 922595)     | 0                                | -1. 767784               | 1. 232216            | 0                                    | -0. 077405                   | 1. 922595                | 0                                  |
| 17 | MORELOS             | 0. 218781 | COLIMA (1. 000000)                                 | 0                                | -13                      | 4                    | 0                                    | -7                           | 1                        | 0                                  |
| 18 | NAYARIT             | 0. 663259 | COLIMA (0. 010962) ;<br>TAMAULIPAS (0. 989038)     | 0                                | -5. 967114               | 1. 032886            | 0                                    | -0. 010962                   | 1. 989038                | 0                                  |
| 19 | NUEVO LEON          | 1         | NUEVO LEON (1. 000000)                             | 0                                | 0                        | 1                    | 0                                    | 0                            | 4                        | 0                                  |
| 20 | OAXACA              | 0. 413584 | COLIMA (1. 000000)                                 | 0                                | -20                      | 4                    | 0                                    | -1                           | 1                        | 0                                  |
| 21 | PUEBLA              | 0. 264868 | COLIMA (1. 000000)                                 | 0                                | -24                      | 4                    | 0                                    | -2                           | 1                        | 0                                  |
| 22 | QUERETARO           | 0. 342144 | TAMAULIPAS (1. 000000)                             | 0                                | -3                       | 1                    | 0                                    | -5                           | 2                        | 0                                  |
| 23 | QUINTANA ROO        | 0. 317878 | COLIMA (1. 000000)                                 | 0                                | -20                      | 4                    | 0                                    | -7                           | 1                        | 0                                  |
| 24 | SAN LUIS POTOSÍ     | 0. 303322 | TAMAULIPAS (1. 000000)                             | 0                                | -7                       | 1                    | 0                                    | -5                           | 2                        | 0                                  |
| 25 | SINALOA             | 1         | SINALOA (1. 000000)                                | 0                                | 0                        | 4                    | 0                                    | 0                            | 1                        | 0                                  |
| 26 | SONORA              | 1         | SONORA (1. 000000)                                 | 0                                | 0                        | 1                    | 0                                    | 0                            | 14                       | 0                                  |
| 27 | TABASCO             | 0. 555459 | COLIMA (1. 000000)                                 | 0                                | -3                       | 4                    | 0                                    | -1                           | 1                        | 0                                  |
| 28 | TAMAULIPAS          | 1         | TAMAULIPAS (1. 000000)                             | 0                                | 0                        | 1                    | 0                                    | 0                            | 2                        | 0                                  |
| 29 | TLAXCALA            | 0. 513049 | COLIMA (0. 776564) ;<br>SINALOA (0. 223436)        | 0                                | -17                      | 4                    | 0                                    | -1                           | 1                        | 0                                  |
| 30 | VERACRUZ            | 0. 541269 | COLIMA (1. 000000)                                 | 0                                | -1                       | 4                    | 0                                    | -2                           | 1                        | 0                                  |
| 31 | YUCATÁN             | 0. 263672 | COLIMA (1. 000000)                                 | 0                                | -14                      | 4                    | 0                                    | -3                           | 1                        | 0                                  |
| 32 | ZACATECAS           | 1         | ZACATECAS (1. 000000)                              | 0                                | 0                        | 1                    | 0                                    | 0                            | 1                        | 0                                  |

| NO | DMU                 | Slack Movement<br>(Sanciones) | Projection<br>(Sanciones) | Proportionate<br>Movement<br>(Presupuesto) | Slack<br>Movement<br>(Presupuesto) | Projection<br>(Presupuesto) | Proportionate<br>Movement<br>(% de<br>contaminación<br>fuera de la NOM) | Slack Movement (%<br>de contaminación<br>fuera de la NOM) | Projection<br>(% de<br>contaminación<br>fuera de la NOM) | Proportionate<br>Movement<br>(% libre de<br>contaminación) |
|----|---------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 1  | AGUASCALIENTES      | 0                             | 5                         | 0                                          | 0                                  | 57500                       | 0                                                                       | 0                                                         | 99                                                       | 0                                                          |
| 2  | BAJA CALIFORNIA     | -1                            | 3                         | 0                                          | -79013.77                          | 170797.76                   | 0                                                                       | -77.75                                                    | 6.25                                                     | 0                                                          |
| 3  | BAJA CALIFORNIA SUR | 0                             | 3                         | 0                                          | 0                                  | 201509.59                   | 0                                                                       | 0                                                         | 10                                                       | 0                                                          |
| 4  | CAMPECHE            | -1                            | 3                         | 0                                          | -280964.63                         | 170797.76                   | 0                                                                       | -43.75                                                    | 6.25                                                     | 0                                                          |
| 5  | CHIAPAS             | -25                           | 3                         | 0                                          | -195127.45                         | 170797.76                   | 0                                                                       | -28.42                                                    | 6.25                                                     | 0                                                          |
| 6  | CHIHUAHUA           | 0                             | 1                         | 0                                          | -260134.0291                       | 393694.1609                 | 0                                                                       | 0                                                         | 27.27                                                    | 0                                                          |
| 7  | CIUDAD DE MEXICO    | -9                            | 1                         | 0                                          | -3800419.97                        | 698101.92                   | 0                                                                       | -7.14                                                     | 50                                                       | 0                                                          |
| 8  | COAHUILA            | 0                             | 1                         | 0                                          | 0                                  | 524998.16                   | 0                                                                       | 0                                                         | 15.38                                                    | 0                                                          |
| 9  | COLIMA              | 0                             | 3                         | 0                                          | 0                                  | 170797.76                   | 0                                                                       | 0                                                         | 6.25                                                     | 0                                                          |
| 10 | DURANGO             | -0.902707                     | 2.097293                  | 0                                          | 0                                  | 241197.38                   | 0                                                                       | -6.527345                                                 | 18.472655                                                | 0                                                          |
| 11 | ESTADO DE MEXICO    | -17.73835                     | 3.26165                   | 0                                          | 0                                  | 155975.6                    | 0                                                                       | -57.295997                                                | 18.384003                                                | 0                                                          |
| 12 | GUANAJUATO          | -7                            | 3                         | 0                                          | -183275.45                         | 170797.76                   | 0                                                                       | -57.58                                                    | 6.25                                                     | 0                                                          |
| 13 | GUERRERO            | -2                            | 3                         | 0                                          | -399480.29                         | 170797.76                   | 0                                                                       | -11.93                                                    | 6.25                                                     | 0                                                          |
| 14 | HIDALGO             | -0.717575                     | 1.282425                  | 0                                          | 0                                  | 304746.64                   | 0                                                                       | -5.784036                                                 | 29.505964                                                | 0                                                          |
| 15 | JALISCO             | -16                           | 3                         | 0                                          | -102092.2                          | 170797.76                   | 0                                                                       | -24.66                                                    | 6.25                                                     | 0                                                          |
| 16 | MICHOACAN           | -3.845189                     | 1.154811                  | 0                                          | 0                                  | 314698.92                   | 0                                                                       | -2.856139                                                 | 31.233861                                                | 0                                                          |
| 17 | MORELOS             | -13                           | 3                         | 0                                          | -350994.57                         | 170797.76                   | 0                                                                       | -13.45                                                    | 6.25                                                     | 0                                                          |
| 18 | NAYARIT             | -0.978076                     | 1.021924                  | 0                                          | 0                                  | 325062.41                   | 0                                                                       | -65.966849                                                | 33.033151                                                | 0                                                          |
| 19 | NUEVO LEON          | 0                             | 2                         | 0                                          | 0                                  | 264118.73                   | 0                                                                       | 0                                                         | 27.78                                                    | 0                                                          |
| 20 | OAXACA              | -23                           | 3                         | 0                                          | -25007.41                          | 170797.76                   | 0                                                                       | -46.87                                                    | 6.25                                                     | 0                                                          |
| 21 | PUEBLA              | -14                           | 3                         | 0                                          | -249046.42                         | 170797.76                   | 0                                                                       | -74.39                                                    | 6.25                                                     | 0                                                          |
| 22 | QUERETARO           | -10                           | 1                         | 0                                          | -113649.3                          | 326772.19                   | 0                                                                       | -26.67                                                    | 33.33                                                    | 0                                                          |
| 23 | QUINTANA ROO        | -9                            | 3                         | 0                                          | -63221.41                          | 170797.76                   | 0                                                                       | -50.89                                                    | 6.25                                                     | 0                                                          |
| 24 | SAN LUIS POTOSÍ     | -2                            | 1                         | 0                                          | -369613.21                         | 326772.19                   | 0                                                                       | -47.67                                                    | 33.33                                                    | 0                                                          |
| 25 | SINALOA             | 0                             | 9                         | 0                                          | 0                                  | 136849.69                   | 0                                                                       | 0                                                         | 6.45                                                     | 0                                                          |
| 26 | SONORA              | 0                             | 5                         | 0                                          | 0                                  | 74852.19                    | 0                                                                       | 0                                                         | 18                                                       | 0                                                          |
| 27 | TABASCO             | -9                            | 3                         | 0                                          | -18891.79                          | 170797.76                   | 0                                                                       | -2.84                                                     | 6.25                                                     | 0                                                          |
| 28 | TAMAULIPAS          | 0                             | 1                         | 0                                          | 0                                  | 326772.19                   | 0                                                                       | 0                                                         | 33.33                                                    | 0                                                          |
| 29 | TLAXCALA            | -7.659384                     | 4.340616                  | 0                                          | 0                                  | 163212.54                   | 0                                                                       | -77.705313                                                | 6.294687                                                 | 0                                                          |
| 30 | VERACRUZ            | -12                           | 3                         | 0                                          | -34551.79                          | 170797.76                   | 0                                                                       | -26.6                                                     | 6.25                                                     | 0                                                          |
| 31 | YUCATÁN             | -41                           | 3                         | 0                                          | -161310.92                         | 170797.76                   | 0                                                                       | -45                                                       | 6.25                                                     | 0                                                          |
| 32 | ZACATECAS           | 0                             | 1                         | 0                                          | 0                                  | 698101.92                   | 0                                                                       | 0                                                         | 50                                                       | 0                                                          |

| NO | DMU                 | Slack Movement<br>(% libre de<br>contaminación) | Projection<br>(% libre de<br>contaminación<br>) | Dual Price<br>(Visitas) | Dual Price<br>(Inspectores) | Dual Price<br>(Sanciones) | Dual Price<br>(Presupuesto) | Dual Price<br>(% de<br>contaminación<br>fuera de la NOM) | Dual Price<br>(% libre de<br>contaminación) | u*       |
|----|---------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------|
| 1  | AGUASCALIENTES      | 0                                               | 1                                               | -0.25                   | -0.05                       | -0.05                     | -4.34783E-06                | 0                                                        | 0                                           | 1        |
| 2  | BAJA CALIFORNIA     | 77.75                                           | 93.75                                           | -0.04166667             | -0.125                      | -0.0625                   | -1.00075E-06                | 0                                                        | 0                                           | 0.650093 |
| 3  | BAJA CALIFORNIA SUR | 0                                               | 90                                              | -0.125                  | -0.125                      | -0.08333333               | -1.24064E-06                | 0                                                        | 0.01111111                                  | 0        |
| 4  | CAMPECHE            | 43.75                                           | 93.75                                           | -0.01041667             | -0.125                      | -0.0625                   | -5.53388E-07                | 0                                                        | 0                                           | 0.448684 |
| 5  | CHIAPAS             | 28.42                                           | 93.75                                           | -0.005319149            | -0.125                      | -0.008928571              | -6.832E-07                  | 0                                                        | 0                                           | 0.289751 |
| 6  | CHIHUAHUA           | 0                                               | 72.73                                           | -0.0625                 | -0.03571429                 | -0.25                     | -3.82363E-07                | -0.005685429                                             | 0.01047502                                  | 0        |
| 7  | CIUDAD DE MEXICO    | 7.14                                            | 50                                              | -0.0125                 | -0.02777778                 | -0.025                    | -5.55738E-08                | 0                                                        | 0                                           | 0.104074 |
| 8  | COAHUILA            | 0                                               | 84.62                                           | -0.05                   | -0.25                       | -0.25                     | -4.76192E-07                | 0                                                        | 0.01181754                                  | 0        |
| 9  | COLIMA              | 0                                               | 93.75                                           | -0.0625                 | -0.25                       | -0.08333333               | -1.46372E-06                | 0                                                        | 0.01066667                                  | 0        |
| 10 | DURANGO             | 6.527345                                        | 81.527345                                       | -0.05                   | -0.08333333                 | -0.08333333               | -1.49597E-06                | 0                                                        | 0                                           | 0.788842 |
| 11 | ESTADO DE MEXICO    | 57.295997                                       | 81.615997                                       | -0.001923077            | -0.05                       | -0.01190476               | -1.92449E-06                | 0                                                        | 0                                           | 0.422105 |
| 12 | GUANAJUATO          | 57.58                                           | 93.75                                           | -0.01923077             | -0.0625                     | -0.025                    | -7.06069E-07                | 0                                                        | 0                                           | 0.335018 |
| 13 | GUERRERO            | 11.93                                           | 93.75                                           | -0.009259259            | -0.08333333                 | -0.05                     | -4.38383E-07                | 0                                                        | 0                                           | 0.345245 |
| 14 | HIDALGO             | 5.784036                                        | 70.494036                                       | -0.08333333             | -0.125                      | -0.125                    | -2.40424E-06                | 0                                                        | 0                                           | 1.243972 |
| 15 | JALISCO             | 24.66                                           | 93.75                                           | -0.01388889             | -0.125                      | -0.01315789               | -9.1612E-07                 | 0                                                        | 0                                           | 0.376501 |
| 16 | MICHOACAN           | 2.856139                                        | 68.766139                                       | -0.08333333             | -0.125                      | -0.05                     | -1.44254E-06                | 0                                                        | 0                                           | 0.854717 |
| 17 | MORELOS             | 13.45                                           | 93.75                                           | -0.01470588             | -0.03125                    | -0.015625                 | -4.79118E-07                | 0                                                        | 0                                           | 0.218781 |
| 18 | NAYARIT             | 65.966849                                       | 66.966849                                       | -0.03571429             | -0.125                      | -0.125                    | -1.48834E-06                | 0                                                        | 0                                           | 0.897062 |
| 19 | NUEVO LEON          | 0                                               | 72.22                                           | -0.3027027              | -0.0625                     | -0.125                    | -3.60732E-06                | 0                                                        | 0.004322369                                 | 1.443301 |
| 20 | OAXACA              | 46.87                                           | 93.75                                           | -0.01041667             | -0.125                      | -0.009615385              | -1.27678E-06                | 0                                                        | 0                                           | 0.413584 |
| 21 | PUEBLA              | 74.39                                           | 93.75                                           | -0.008928571            | -0.08333333                 | -0.01470588               | -5.95459E-07                | 0                                                        | 0                                           | 0.264868 |
| 22 | QUERETARO           | 26.67                                           | 66.67                                           | -0.0625                 | -0.03571429                 | -0.02272727               | -5.67638E-07                | 0                                                        | 0                                           | 0.342144 |
| 23 | QUINTANA ROO        | 50.89                                           | 93.75                                           | -0.01041667             | -0.03125                    | -0.02083333               | -1.06829E-06                | 0                                                        | 0                                           | 0.317878 |
| 24 | SAN LUIS POTOSÍ     | 41.67                                           | 66.67                                           | -0.03125                | -0.03571429                 | -0.08333333               | -3.58997E-07                | 0                                                        | 0                                           | 0.303322 |
| 25 | SINALOA             | 0                                               | 93.55                                           | -0.0625                 | -0.25                       | -0.02777778               | -4.99978E-06                | 0                                                        | 0.01533103                                  | 0        |
| 26 | SONORA              | 0                                               | 82                                              | -0.25                   | -0.03739786                 | -0.05                     | -3.33992E-06                | 0                                                        | 0.01553134                                  | 0        |
| 27 | TABASCO             | 2.84                                            | 93.75                                           | -0.03571429             | -0.125                      | -0.02083333               | -1.31794E-06                | 0                                                        | 0                                           | 0.555459 |
| 28 | TAMAULIPAS          | 0                                               | 66.67                                           | -0.25                   | -0.125                      | -0.25                     | -5.10636E-06                | 0                                                        | 0                                           | 2.418616 |
| 29 | TLAXCALA            | 77.705313                                       | 93.705313                                       | -0.01190476             | -0.125                      | -0.02083333               | -3.68209E-06                | 0                                                        | 0                                           | 0.864013 |
| 30 | VERACRUZ            | 26.6                                            | 93.75                                           | -0.05                   | -0.08333333                 | -0.01666667               | -1.21744E-06                | 0                                                        | 0                                           | 0.541269 |
| 31 | YUCATÁN             | 45                                              | 93.75                                           | -0.01388889             | -0.0625                     | -0.005681818              | -7.52766E-07                | 0                                                        | 0                                           | 0.263672 |
| 32 | ZACATECAS           | 0                                               | 50                                              | -0.25                   | -0.25                       | -0.25                     | -6.73256E-07                | 0                                                        | 0                                           | 1.220001 |

# Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



A quien corresponda,

Por este medio, quien abajo firma, bajo protesta de decir verdad, declara lo siguiente:

- Que presenta para revisión de originalidad el manuscrito cuyos detalles se especifican abajo.
- Que todas las fuentes consultadas para la elaboración del manuscrito están debidamente identificadas dentro del cuerpo del texto, e incluidas en la lista de referencias.
- Que, en caso de haber usado un sistema de inteligencia artificial, en cualquier etapa del desarrollo de su trabajo, lo ha especificado en la tabla que se encuentra en este documento.
- Que conoce la normativa de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en particular los Incisos IX y XII del artículo 85, y los artículos 88 y 101 del Estatuto Universitario de la UMSNH, además del transitorio tercero del Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la UMSNH.

## Datos del manuscrito que se presenta a revisión

|                          |                                                                                                                                                                               |                        |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Programa educativo       | Doctorado en Políticas Públicas                                                                                                                                               |                        |
| Título del trabajo       | Propuesta estratégica de política pública basada en el Análisis Envolvente de Datos para el control de la contaminación por descargas de aguas residuales en Michoacán, 2022. |                        |
|                          | Nombre                                                                                                                                                                        | Correo electrónico     |
| Autor/es                 | José Sergio Pérez Galindo                                                                                                                                                     | 1725979x@umich.mx      |
| Director                 | Casimiro Leco Tomás                                                                                                                                                           | casimiro.leco@umich.mx |
| Codirector               |                                                                                                                                                                               |                        |
| Coordinador del programa | Carlos Francisco Ortiz Paniagua                                                                                                                                               | carlos.ortiz@umich.mx  |

## Uso de Inteligencia Artificial

| Rubro                      | Uso (sí/no) | Descripción |
|----------------------------|-------------|-------------|
| Asistencia en la redacción | no          |             |



# Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



| Uso de Inteligencia Artificial             |             |             |
|--------------------------------------------|-------------|-------------|
| Rubro                                      | Uso (sí/no) | Descripción |
| Traducción al español                      | no          |             |
| Traducción a otra lengua                   | no          |             |
| Revisión y corrección de estilo            | no          |             |
| Análisis de datos                          | no          |             |
| Búsqueda y organización de información     | no          |             |
| Formateo de las referencias bibliográficas | no          |             |
| Generación de contenido multimedia         | no          |             |
| Otro                                       | no          |             |

| Datos del solicitante |                                          |
|-----------------------|------------------------------------------|
| Nombre y firma        | José Jacinto Pérez Galindo               |
| Lugar y fecha         | Morelia, Michoacán a 30 de abril de 2025 |

# José Sergio Pérez Galindo

## Propuesta estratégica de política pública basada en el Análisis Envolverte de Datos para el control

 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:454940805

Fecha de entrega

2 may 2025, 7:33 a.m. GMT-6

Fecha de descarga

2 may 2025, 7:52 a.m. GMT-6

Nombre de archivo

Propuesta estratégica de política pública basada en el Análisis Envolverte de Datos para el contr....pdf

Tamaño de archivo

5.5 MB

309 Páginas

87.019 Palabras

490.486 Caracteres