

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA



**Propuesta de modelo de gestión sustentable del uso del agua en la industria en
Mexicali, Baja California**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:
DOCTOR EN INGENIERÍA**

PRESENTA:

M.C. Vicente Navarro Ramírez

DIRECTOR:

Dr. Jorge Ramírez Hernández

CODIRECTORA:

Dra. Margarita Gil Samaniego Ramos

Mexicali, Baja California, México

Septiembre de 2022

Agradecimientos

A mi madre quien con su amor, paciencia y esfuerzo me ha permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades y no darme por vencido.

A mis primos Christian y Roxana por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Al Dr. Jorge Ramirez Hernández mi director de tesis, por su apoyo en continuar este camino del doctorado, que con su apoyo pude cumplir un sueño de mi niñez, el de viajar por Europa y conocer Alemania.

A la Dra. Margarita Gil Samaniego Ramos mi codirectora de tesis por su apoyo a lo largo de los años desde la licenciatura, por compartirme su experiencia, por siempre creer en mí y apoyarme incondicionalmente, es un ejemplo a seguir, gracias por apoyarme durante todo el proceso desde licenciatura hasta doctorado.

A mis sinodales, Dr. Héctor Enrique Campbell Ramirez, Dra. Mildrend Ivett Montoya Reyes y Dra. Yolanda Angelica Báez López por su disposición y apoyo en todo momento, gracias totales.

A mis maestros, en especial a la Dra. Jesús Eliana Rodríguez Burgueño por compartirme su experiencia y conocimiento

Índice

Índice de figuras	5
Índice de tablas	6
Resumen	8
Abstract	9
Antecedentes	10
Capítulo 1. Generalidades	14
1.1 Definición del problema	14
1.2 Justificación	14
1.2.1 Legislación mexicana.	15
1.2.2 Instrumentos internacionales y nacionales.	16
1.2.3 Sustentabilidad	18
1.2.4 Usos del agua en la Industria	20
1.2.5 Fabricación de productos altamente intensivos en el uso del agua.	23
1.3 Hipótesis.....	24
1.4 Objetivo General.....	24
1.4.1 Objetivos específicos	25
1.5 Marco teórico.....	25
1.5.1 Agua virtual y huella hídrica.....	26
1.5.2 Políticas Nacionales e Internacionales en normatividad industrial.	27
1.5.2.1 Calidad del Agua (Descargas).....	31
1.5.2.2 Calidad del Agua (Salud)	32
1.5.2.3 Manejo de Residuos.....	32
1.5.3 <i>El ciclo de Deming</i>	33
1.5.4 Instrumento de evaluación	34
1.5.5 Modelo-Método- Metodología.....	36
1.5.6 Indicador	37
Capítulo 2. Estado del arte.....	38
2.1 Estándar	38
2.2 Modelo.....	40
2.3 Metodología.....	43

2.4	Método.....	45
2.5	Indicadores.....	48
2.6	Síntesis.....	54
2.7	<i>Global Reporting Initiative</i>	56
Capítulo 3. Metodología		59
3.1	Propuesta de modelo de gestión sustentable.....	60
3.2	Recolección de datos	63
3.2.1	Delimitación de métricas.....	63
3.2.2	Instrumento de evaluación.....	65
3.3	<i>Global Reporting Initiative</i>	66
Capítulo 4. Resultados y Discusión.....		68
4.1	Modelo de gestión sustentable para el uso del agua en la industria.	68
4.2	Instrumento de evaluación.....	70
4.3	Revisión de instrumentos de evaluación	73
4.4	Indicadores.....	90
4.5	Evaluación del Índice de Sustentabilidad	102
4.6	Implementación del modelo propuesto.....	109
4.6.1	Uso sustentable del agua (Índice IDSA).....	116
Capítulo 5. Conclusiones		122
Capítulo 6. Referencias Bibliográficas.....		124
Capítulo 7. Anexos.....		141

Índice de figuras

Figura 1. 1 Uso del agua a nivel mundial, nacional, estatal y municipal.....	21
Figura 1. 2 Intensidad de sequía en Baja California.....	22
Figura 1.3 Diferencia entre Modelo-Método- Metodología.	36
Figura 2.1 Análisis y Evaluación de Indicadores.	55
Figura 2.2 Etapas de Global Reporting Initiative.	58
Figura 3.1 Recursos necesarios para la elaboración del nuevo esquema.	59
Figura 3.2 Lineamientos para la propuesta de un modelo.	62
Figura 4.1 Formato de modelo propuesto.	68
Figura 4.2 Formato de encuesta.	71
Figura 4.3 Cantidad muestreadas por ramo industrial.	74
Figura 4.4 Eficiencia física del agua y volumen total consumido en la industria en Mexicali. ..	86
Figura 4.5 Árbol de interacción entre los diferentes tipos de indicadores.	105
Figura 4. 6 Localizaciones de industrias manufactureras.	110
Figura 4.7 Etapas del modelo propuesto.	112
Figura 4.8 Diagrama de flujo de agua.	114
Figura 4.9 Empresas con mayor ponderación de IDSA.	115

Índice de tablas

Tabla 1. 1. Extracción de Agua y sus Rubros en el mundo	21
Tabla 1. 2. Agua virtual por producto, según diferentes organizaciones.	24
Tabla 1.3. Tres etapas en la formación del mercado ambiental global.	30
Tabla 2. 1. Resumen de literatura.	54
Tabla 3. 1. Indicadores ambientales.	63
Tabla 3. 2. Indicadores económicos.	64
Tabla 3. 3. Indicadores sociales.	64
Tabla 4.1. Revisión bases de datos de industrias de Mexicali, Baja California.	72
Tabla 4.2. Ramas industriales de Mexicali, Baja California.	73
Tabla 4.3. Cantidad muestreadas por rama industrial.	73
Tabla 4.4. Consumo de agua por ramo industrial.	75
Tabla 4.5. Métricas hídricas en la rama industrial.	75
Tabla 4.6. Factores de la sustentabilidad en el ramo industrial.	76
Tabla 4.7. Tipo de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.	76
Tabla 4.8. Tipo certificación ambiental.	77
Tabla 4.9. Cantidad de empresas donde consideran el agua como materia prima.	77
Tabla 4.10. Normatividad aplicable en descargas	78
Tabla 4.11. Productividad física del agua en la industria de Mexicali.	78
Tabla 4.12. Procesos donde interviene el agua en la rama electrónica.	79
Tabla 4.13. Procesos donde interviene el agua en el ramo plástico.	80
Tabla 4.14. Procesos donde interviene el agua en el ramo de otras industrias... ..	80
Tabla 4.15. Procesos donde interviene el agua en el ramo de alimentos.....	81
Tabla 4.16. Procesos donde interviene el agua en la industria del vidrio.	81
Tabla 4.17. Procesos donde interviene el agua en el ramo automotriz.	82
Tabla 4.18. Procesos donde interviene el agua en el ramo de bebidas..	82
Tabla 4.19. Procesos donde interviene el agua en el ramo metalmecánica	83
Tabla 4.20. Procesos donde interviene el agua en el ramo aeroespacial.	83
Tabla 4.21. Procesos donde interviene el agua en el ramo de empaque.	84
Tabla 4.22. Procesos donde interviene el agua en el ramo del rastro..	84
Tabla 4.23. Procesos que consumen agua en la industria.	85
Tabla 4.24. Consumo de acuerdo a clasificación MIPyMES (mediana) en la industria.	86

Tabla 4.25. Consumo de acuerdo a clasificación MIPyMES (Grande) en la industria	87
Tabla 4.26. Certificaciones ambientales de acuerdo a clasificación MIPyMES (Grande) en la industria.	87
Tabla 4.27. Certificación Industria Limpia de acuerdo a estratificación INEGI(Grande) en la industria(INEGI, 2020).	88
Tabla 4.28. Retorno de aguas residuales anuales... ..	89
Tabla 4.29. Retorno de aguas residuales en verano.	89
Tabla 4.30. Retorno de aguas residuales en invierno.	90
Tabla 4.31. Formato de llenado del Índice de Desarrollo Sustentable del Agua.	107
Tabla 4.32. Calificación puntual y ponderada del IDSA.	108
Tabla 4.33. Codificación de semáforo para indicadores e IDSA.	109
Ficha técnica 1 -23. Indicadores productividad hídrica, revitalización hídrica, económico y social.....	91-101

Resumen

El agua es un recurso natural de vital importancia no solo para mantener la vida, la usamos en muy diversas actividades y en la elaboración de productos y servicios. Uno de los mayores usuarios es el sector industrial. El uso sustentable del agua en zonas con un alto déficit hídrico como en las zonas semidesérticas reviste una importancia estratégica para mantener las actividades productivas y abastecer a la población. Es común que el sector industrial no considere prioritario analizar el uso sustentable del agua en sus procesos de producción o como parte de su producto fabricado sino solo potenciar la producción. En tal sentido, la inversión en tecnología para el tratamiento, reutilización, procesos de producción o acondicionamiento de espacios tienen plazos de recuperación más largos que los rendimientos inmediatos de la inversión alternativa a corto plazo en la producción. En los países en vías de desarrollo la información sobre el uso del agua en los diferentes sectores industriales es difícil de obtener, debido a que están dispersas en diferentes agencias gubernamentales, en cámaras del gremio, o bien, en las mismas industrias.

En esta investigación se propone un modelo de gestión sostenible del uso del agua en la industria de Mexicali, Baja California para lo cual se hizo una revisión exhaustiva de los estándares, modelos, métodos y metodologías desarrollados en todo el mundo con el objeto de identificar los indicadores más adecuados para el cuidado del medio ambiente. Para obtener información sobre el uso del agua industrial se diseñó y aplicó un instrumento de evaluación a 44 industrias de diversos sectores a partir de los cuales se hizo un análisis de las diferentes métricas comparándolas entre empresas. A su vez se desarrolló un Índice de Sustentabilidad del Agua para la Industria denominado Índice de Desarrollo Sustentable del Agua (IDSA) que permite a través de 23 indicadores identificar los procesos en los que se podría mejorar el uso del agua para alcanzar niveles de productividad más sustentables. El índice considera cuatro aspectos: productividad hídrica, revitalización hídrica, económica y social. En caso de que no se cuenten con algunos de estos indicadores, como sucede con las industrias que no están obligadas a mejorar su productividad en el uso del agua, el indicador puede adaptarse a diversos escenarios.

Adicionalmente, la aplicación de este índice permitirá tener elementos cuantificables para establecer políticas públicas estatales sobre la instalación de industrias que no alcancen índices de sustentabilidad del agua acordes con la disponibilidad de agua en la región.

Abstract

Water is a natural resource of vital importance not only to sustain life; we use it in many different activities and the production of products and services. One of the most significant users is the industrial sector. The sustainable use of water in areas with a high water deficit, such as semi-desert areas, is strategically important to maintain productive activities and supply the population. Usually, the industrial sector does not consider it a priority to analyze the sustainable use of water in its production processes or as part of its manufactured product, but only to enhance production. In this sense, investment in technology for treatment, reuse, production processes, or space conditioning has more extended payback periods than the immediate returns of the alternative short-term investment in production. In developing countries, information on water use in the different industrial sectors is difficult to obtain because it is scattered in different government agencies, chambers of commerce, or industries.

This research proposes a sustainable water use management model in the Mexicali, Baja California industry, for which an exhaustive review of the standards, models, methods, and methodologies developed around the world was made to identify the most appropriate indicators for environmental care. In order to obtain information on the use of industrial water, an evaluation instrument was designed and applied to 44 industries from different sectors, from which an analysis was made of the different metrics comparing them among companies. In turn, a Water Sustainability Index for Industry was developed called the Sustainable Water Development Index (IDSA), which, through 23 indicators, makes it possible to identify the processes in which water use could be improved to achieve more sustainable levels of productivity. The index considers four aspects: water productivity, water revitalization, and economic and social issues. If some of these indicators are unavailable, as with industries that are not enforced to improve their water productivity, the index can be adapted to different scenarios.

Additionally, the application of this index makes it possible to obtain elements to establish statal public policies for installing industries that do not reach water sustainability index values suitable for regional water disponibility.

Antecedentes

Como toda sociedad preindustrial, desde la invención de la rueda hidráulica, hasta finales del siglo XVIII con la máquina de vapor, pocos fueron los cambios en la tecnología molinera. Si bien a finales del siglo XVIII había aumentado su eficacia, la invención de la máquina de vapor revolucionaría la producción de harinas hasta la primera mitad del siglo XIX (CONAGUA, 2009b).

La industria azucarera no difería mucho de la harinera en cuanto al uso de tecnología. La apropiación de las innovaciones producidas a partir de finales del siglo XVIII en el ámbito mundial incluye: incorporación del vapor como fuente de energía, introducción de molinos verticales equipados con ruedas catarinas, entre otros. El proceso de modernización tecnológica en esta rama de la economía mexicana se desarrolla a partir de mediados del siglo XIX y hasta principios del XX (CONAGUA, 2009b).

El desarrollo de nuevos usos del agua (generación de energía eléctrica, sobre todo) posibilitó el crecimiento de zonas industriales y la dotación de satisfactores materiales que con el tiempo fueron considerados indicadores de progreso y del desarrollo económico de los Estados-nación. La invención del motor de combustión interna y de maquinaria especial para la construcción facilitó la desecación de Ciénegas y pantanos o el uso sistemático de las aguas subterráneas (CONAGUA, 2009b).

La evolución de los servicios públicos en México tuvo su mayor impulso durante la primera mitad del siglo XX, en esta época ocurrieron cambios fundamentales en la forma de obtener y usar el agua, estos cambios hicieron que el sistema de abasto domiciliario fuese basado en la explotación de los mantos freáticos para satisfacer la demanda de los usuarios domésticos e industriales. Este sistema sustituyó a las infraestructuras hidráulicas del siglo XIX que utilizaban acueductos o canales construidos al aire libre que transportaban agua de ríos o manantiales a fuentes públicas ubicadas en distintos puntos de la ciudad y donde su uso era principalmente para la agricultura (Aguilar & Partida, 2017).

Este nuevo sistema derivó en un mayor consumo y en cambios en la calidad del agua, donde se empezó a buscar el potabilizarla para el consumo en viviendas (Aguilar & Partida, 2017).

Este crecimiento propició que el gobierno federal interviniera buscando controlar el manejo del agua, argumentando que los estados y municipios eran incapaces de llevar agua potable a sus habitantes (Aguilar & Partida, 2017).

El siglo XX se caracterizó en que el agua que era un bien “libre”, se fuera transformando en un bien económico con costo, escaso y regulado por el Estado. Además de ser un bien de producción, es uno de consumo y es un elemento clave en el desarrollo y en la

sustentabilidad. Asimismo, en la cultura ecológica el agua moldea nuestras sociedades y plantea desafíos para el siglo XXI (Riojas, 2001).

Con esta oleada de modernidad, en la primera mitad del siglo XX las principales ciudades de México, como Guadalajara y Ciudad de México vieron transformados sus sistemas de provisión de agua. Sin embargo, los pequeños poblados fueron excluidos de este progreso. Además, en muchas de esas grandes ciudades la red hidráulica ha envejecido, como lo demuestran las numerosas fugas de agua que se detectan a diario (CONAGUA, 2010).

La reforma constitucional de 1983, que bajo las estruendosas voces en pro del federalismo y la descentralización devolvió a los municipios los servicios de agua y alcantarillado, guardaba estrecha continuidad con el acuerdo presidencial de 1980 antes referido. Se referían a las reformas fiscales en torno al agua de 1985. Mediante un conjunto de cambios en las leyes de derechos y de aguas, expedidos en el contexto de una muy severa crisis económica y fiscal (la llamada “década perdida”), el gobierno federal tomó una decisión de altos vuelos que ayuda a entender mejor la situación contemporánea: a diferencia del modelo nacional, el Estado mexicano decidió no solo dejar de gastar en el ramo de aguas, sino que en adelante intentaría cobrar más, mucho más, por ella (CONAGUA, 2010).

La zona fronteriza entre México y Estados Unidos es un caso singular, por los contrastes en las formas de gestión y manejo de las aguas subterráneas y superficiales, así como los expresados en términos de los sistemas político-administrativos y los esquemas económicos, sociales y culturales que convergen en torno al recurso hídrico. A esto hay que agregar la dinámica de crecimiento urbano acelerado que se ha desplegado desde la segunda mitad del siglo pasado, particularmente en la porción mexicana, lo que, aunado a las condiciones semiáridas de la región, ha llevado a profundizar los problemas relacionados con el uso y manejo de los recursos hídricos compartidos (Castro-Ruiz et al., 2021).

Las cuencas del Río Grande y del Colorado son los dos grandes sistemas compartidos con Estados Unidos que tradicionalmente han atraído la atención del mundo académico, tanto por su condición de frontera internacional como por su importancia como fuentes de agua compartidas (Castro-Ruiz et al., 2021).

En el caso de la cuenca del Río Colorado, ha atraído la atención de la academia tanto por sus implicaciones como recurso internacional fronterizo y binacional, como en relación con los eventos coyunturales que históricamente han tenido lugar en el marco del Tratado de Aguas de 1944, como la salinización del Río Colorado y el revestimiento del Canal Todo Americano. Asimismo, el delta que forma esta cuenca en el lado mexicano se ha posicionado en la agenda académica de ambos países (Castro-Ruiz et al., 2021).

Los procesos de inundación y sedimentación ocurridos en el delta del río Colorado dieron lugar a un acuífero que actualmente comparten administrativamente cuatro estados que forman parte de dos países: California y Arizona, en Estados Unidos, y Baja California y Sonora, en México. Según su ubicación, se le dio un nombre distintivo. Así, se conformaron los acuíferos Valle Imperial y Coachella, Valle de Yuma, Valle de Mexicali y Valle de San Luis Río Colorado (SLRC), respectivamente. Esta situación, por un lado, da al acuífero una demarcación binacional y, por otro, un régimen administrativo estatal y federal (Ramírez-Hernández, 2021).

El área de estudio se encuentra en el noroeste de México y el sureste de Estados Unidos. Esta región se caracteriza por un clima extremo, con largos periodos de sequía. La temperatura varía entre 0°C y 50°C. La precipitación media anual es baja (65 mm por año) en contraste con la evaporación potencial media que supera los 2.300 mm por año (Cital et al., 2021). En la zona de estudio existen dos fuentes principales de agua: 1) el Río Colorado, regido a través del Tratado Internacional de 1994; y, 2) el Acuífero del Valle de Mexicali. En el estado de Baja California el agua utilizada para uso público-urbano e industrial, su tratamiento y disposición, así como el manejo de las aguas pluviales es operada por un organismo estatal que está dividido con fines administrativos por municipios y tiene el nombre de Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali (CESPM), para el caso del municipio de Mexicali.

En el ámbito local, la ciudad de Mexicali y las más de 250 comunidades rurales que integran el municipio reciben agua para consumo humano, urbano e industrial que proviene del Río Colorado y del acuífero del valle de Mexicali. A través del canal principal Independencia, el organismo operador del agua, la CESPM, que depende del gobierno estatal, recibe el agua para posteriormente, a través de la red de distribución y estaciones de bombeo, realizar el servicio de entrega de agua a nivel domiciliario. Al mes de febrero de 2010 reportaba un total de 312,200 tomas domiciliarias y casi 1,000 tomas industriales, las cuales en conjunto demandan 100,000,000,000,000 hm³/a. Es conveniente mencionar que, no obstante el decreto presidencial de 1974 que establece que Mexicali podrá recibir 82,000,000,000,000 hm³/a, esto en realidad no se ha llevado a efecto, ya que de acuerdo con la CESPM, cada año factura un volumen de 100,000,000,000,000 hm³/a (CONAGUA, 2010).

El proceso de obtención de agua se lleva a cabo de la siguiente forma en Baja California: el agua proviene del Río Colorado, es recibida por la presa Morelos y el canal Sánchez, se mejora por la CONAGUA y es entregada a la Sociedad de Responsabilidad Limitada de Baja California que, a su vez, junto con el agua extraída de los pozos federales del acuífero del Valle de Mexicali, es entregada a los Módulos de Riego. Los módulos de riego, a su vez, proporciona el agua para uso público-urbano e industrial a la ciudad de Mexicali, además de su envío a las ciudades de Tecate, Tijuana y Rosarito mediante el Acueducto Río Colorado-Tijuana. El agua en la ciudad de Mexicali se distribuye mediante

las plantas potabilizadoras 1, 2 y 3. Las aguas residuales generadas por el uso residencial e industrial se concentran en las plantas de tratamiento de aguas residuales: Zaragoza y Las Arenitas. El efluente de la planta Zaragoza, se manda al lago Saltón en EE.UU. por medio del Río Nuevo. Por su parte, el efluente de la planta de tratamiento Las Arenitas se manda al río Hardy para terminar en el Río Colorado y finalmente en el Golfo de California (Hernández, 2006).

En el municipio de Mexicali la utilización del agua se distribuye en las siguientes proporciones: uso agrícola se limita al 80.08%, abastecimiento público 11.7% y la industria 8.22 % (CONAGUA, 2015b).

Uno de los aspectos más importantes de la problemática a la que se enfrenta CESPM es la falta de una adecuada coordinación interinstitucional, es decir, entre organismos federales y estatales, pues, a pesar de la creciente demanda y de disponer de un mismo caudal, no han podido avanzar en la definición de una línea estratégica que establezca el orden en la programación, asignación, uso y manejo del agua de manera integral y sostenible (CONAGUA, 2010).

Capítulo 1. Generalidades

1.1 Definición del problema

El agua a nivel federal es regulada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), a nivel estatal es gestionada por la Comisión Estatal del Agua de Baja California (CEABC) y a nivel municipal la administra la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali (CESPM), con legislaciones con fecha del 24 de marzo del 2016, 1 de septiembre del 2006 y 26 de octubre del 2015, respectivamente. Estas dependencias administran la distribución del agua, vigilan que se cumpla con los pagos por su consumo, sin embargo, ninguno de estos organismos, a ningún nivel administrativo regulan y sancionan la cantidad de agua utilizada por la industria. Las diferentes normativas no contemplan la regulación de los volúmenes utilizados por la industria.

En Mexicali, el bajo costo del agua y su disponibilidad, comparada con otras ciudades del estado y del país, tales como Tijuana, Ensenada, Guadalajara, Sonora, Ciudad de México, además de la diversidad de ramas existentes del sector industrial en la región son factores de la instalación de industrias de alto consumo. Adicionalmente, no se cuenta con estándares establecidos para volúmenes máximos permitidos, solo se dispone de normas para la calidad con la que se debe entregar al usuario (doméstico, comercial e industrial) y las descargas que realiza la industria al drenaje sanitario o a algún cuerpo de agua de administración federal. Estos factores ocasionan una mala gestión del agua, sin considerar su productividad y eficiencia.

Por lo que la pregunta de investigación que se plantea es:

¿El modelo propuesto de gestión sustentable del agua para la industria manufacturera puede servir de guía para que los usuarios hagan un aprovechamiento óptimo de este recurso y como base para que las autoridades implementen políticas públicas que incidan en una mejor administración del recurso hídrico?

1.2 Justificación

La realización de un modelo de gestión del uso del agua para la industria en Mexicali se justifica con base en los siguientes puntos:

- Baja disponibilidad del agua. Mexicali, además de ser una ciudad con clima semiárido, cuenta con fuentes de agua limitadas, cabe señalar que actualmente sufre una sequía severa toda la cuenca de abastecimiento.

- Mejorar la productividad en el uso del agua. Ya que se cuenta con limitadas fuentes de agua, se requiere mejorar la eficiencia en su uso, en el ámbito de la productividad física (consumo).
- Sustentabilidad del uso del agua. Además de mejorar la eficiencia del agua se busca mejorar las descargas de agua que realizan las industrias, ya que, al contar con limitadas fuentes de agua, se requiere tener mejor gestión del recurso hídrico que considere los 3 factores fundamentales que inciden en la sustentabilidad: Social, Económico y Ambiental.
- Instrumentos regulatorios políticos nacionales e internacionales: México cuenta con distintos instrumentos legislativos en cuanto a normatividad ambiental, si bien la aplicación de dichos instrumentos nacionales posee amplias áreas de oportunidad. Internacionalmente, México a través del senado ha firmado y aprobado distintos acuerdos y tratados internacionales que cuentan con carácter prioritario, después de la constitución política.
- Regulaciones internacionales. La operación de empresas multinacionales en la ciudad de Mexicali incide en el uso del agua de diversas formas: a) muchas de ellas se rigen por estándares de su país de origen que si consideran la productividad del agua; b) las regulaciones que imponen los organismos financiadores y los compradores en los que se expresa la necesidad de contar con procesos de producción sustentables de los países de destino.

Los puntos referidos no son privativos de la ciudad de Mexicali, la gestión del agua en la industria es un tema de interés actual a nivel mundial, nacional y regional que preocupa por la reducción de la disponibilidad del agua para el presente y generaciones futuras.

1.2.1 Legislación mexicana.

En materia de legislación ambiental, se tiene amplio sustento para prevenir y proteger el medio ambiente, desde la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, hasta llegar a las Normas Oficiales Mexicanas. Dicha legislación tiene su rango de prioridad, el cual es el siguiente:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- Acuerdos Internacionales.
- Leyes Generales.
- Leyes Federales y Estatales.
- Reglamentos de las Leyes Generales, Federales, Estatales y Municipales.
- Normas Oficiales Mexicanas (NOM).

- Normas Mexicanas.

1.2.2 Instrumentos internacionales y nacionales.

Los instrumentos nacionales se refieren a los programas de acción encaminados a la solución de una problemática en particular, mientras que los instrumentos internacionales son los actos, tratados, protocolos y convenios a los cuales se encuentra adscrito el Estado, esto a través de la aprobación del senado.

Los instrumentos más importantes para estas acciones son:

1. Nacionales

- Sistema Integrado de Regulación Directa y Gestión Ambiental de la Industria (SIRG)
- Programa Frontera 2020
- Programa Nacional de Auditoría Ambiental (PROFEPA, 1992)
- Industria Limpia
- Programa de Liderazgo Ambiental para la Competitividad

2. Internacionales

- El Tratado Internacional de Límites y Aguas de 1944
- Convenio Internacional para la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos
- Protocolo de Kioto a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
- Acuerdo para el Establecimiento del Instituto Global para el Crecimiento Verde
- Acuerdo de París dentro de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
- Agenda 2030 (Nations, 2016)

Los instrumentos normativos en México son:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (DOF, 2021a): define en cuanto al uso del agua, cuales son de competencia Federal, Estatal y Municipal. Además, establece las bases para la creación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en su artículo 73 fracción XXIX-G y las bases para la Ley de Aguas Nacionales en su artículo 27, y por último en su artículo 25 busca el desarrollo industrial sustentable.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) (DOF, 2021b): como tal, a partir de esta ley, se abrió la vía para la construcción de

normas y para crear las bases de la gestión del medio ambiente. En ella se define el desarrollo sustentable, en la cual establece los criterios e indicadores de carácter social, ambiental y económico.

- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (DOF, 2018): tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.
- Ley General de Salud (DOF, 2021c): establece las bases para la normatividad referente al sistema de agua potable y el uso del agua embotellada.
- Ley de Aguas Nacionales (DOF, 2020): tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo, de igual manera a las aguas de zonas marinas, su distribución, conservación y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.
- Ley que Reglamenta el Servicio de Agua Potable en el Estado de Baja California (Estado, 2017): su objeto es la proyección, dirección y ejecución de las obras de captación, conducción y distribución de los Sistemas de Agua Potable para el servicio público de las poblaciones del Estado, además de la operación, conservación, vigilancia y reparación de los Sistemas de Agua Potable, las obras de ampliación de los mismos, así como la imposición de sanciones por infracción a las disposiciones de esta Ley.
- Ley de Fomento a la Cultura del Cuidado del Agua para el Estado de Baja California (Periódico Oficial del Estado, 2017): el objeto de este ordenamiento es fomentar una cultura general e integral de cuidado y conservación del agua, promoviendo para este efecto las bases generales que permitan concientizar sobre su uso racional y eficiente.
- NOM-001-SEMARNAT-1996 (SEMARNAT, 1997): establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales (NOM-001).
- NOM-002-SEMARNAT-1996 (SEMARNAT, 1998a): establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal (NOM-002).
- NOM-003-SEMARNAT-1997 (SEMARNAT, 1998b): establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público (NOM-003).
- NOM-004-SEMARNAT-2002 (SEMARNAT, 2003): Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.-Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final (NOM-004).

- NOM-052-SEMARNAT-2005 (SEMARNAT, 2006b): establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos (NOM-052).
- NOM-127-SSA1-1994 (SSA, 1994): salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización (NOM-127).
- NOM-179-SSA1-1998 (SSA, 1999): vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público (NOM-179).
- NOM-201-SSA1-2015: Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias (NOM-201).
- NOM-210-SSA1-2014: Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos (NOM-210).
- NOM-230-SSA1-2002: Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo (NOM-230).

1.2.3 Sustentabilidad

Tres acontecimientos marcaron las directrices de la política ambiental nacional en México de 1972-2015, el primero fue la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano en 1972, dos décadas más tarde la Conferencia de Río en 1992 y la XXI Conferencia Internacional sobre Cambio Climático que se celebró en París del 30 de noviembre al 11 de diciembre del 2015. Se puede afirmar que el medio ambiente tomo importancia mundial a partir del primer acontecimiento, que se le conoció como la Conferencia de Estocolmo, donde se reconoce el daño ocasionado por el hombre al agua, aire, tierra y seres vivos. En la declaración se menciona que, en los países del tercer mundo, los problemas ambientales eran ocasionados por el subdesarrollo y en los países industrializados la problemática ambiental era ocasionada por el desarrollo tecnológico. Se emitieron 26 principios, dentro de los cuales destacan: que los recursos naturales deben preservarse en beneficio de generaciones presentes y futuras; que los recursos no renovables deben de emplearse de forma que se evite su agotamiento; que la descarga de sustancias tóxicas y la liberación de calor debe realizarse únicamente en cantidades que puedan ser neutralizadas y que no causen daños irreparables a los ecosistemas; que deben destinarse recursos para la conservación y mejoramiento del medio; que se debe utilizar la investigación científica para evitar y combatir las amenazas al medio ambiente; y que debe fomentarse la educación en cuestiones ambientales (SEMARNAT, 2006a).

Además, en la Conferencia de Estocolmo se conformó el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Aunque 1972 marcó el inicio al cuidado y preservación del medio ambiente. En 1983, la Organización de las Naciones Unidas (ONU), estableció la Comisión Mundial Sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, la cual llegó a la conclusión de que, para satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer los recursos de las generaciones futuras, la protección del medio ambiente y el crecimiento económico tendrían que abordarse como una sola cuestión, esto se le conoce como desarrollo sostenible.

“El desarrollo sostenible hace referencia a la capacidad que haya desarrollado el sistema humano para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer los recursos y oportunidades para el crecimiento y desarrollo de las generaciones futuras.” Dicha definición se expresó por primera vez, haciendo referencia al desarrollo sostenible, en el informe Brundtland, “*Our Common Future*”, publicado en 1987. Luego de ese informe quedó establecida la definición y el término desarrollo sostenible. En la actualidad el *World Commission on Environment and Development* de las Naciones Unidas adoptó esta definición para desarrollo sostenible (Domínguez, 2009).

Más tarde, en el año 1992 se celebra en Río de Janeiro el *Earth Summit* donde se consolida la acción de las Naciones Unidas en relación con los conceptos relacionados con el medioambiente y el desarrollo sostenible. De dicha conferencia se acuerdan 27 principios relacionados con la sustentabilidad que se materializan en un programa mundial conocido como Agenda 21. Luego de estas acciones concretas comenzó a explotarse una conciencia global acerca de la importancia de esta temática y así se crearon decenas de consejos consultivos, organismos, asociaciones e investigaciones relacionadas con la sustentabilidad (Domínguez, 2009).

En la actualidad, en la XXI Conferencia Internacional sobre Cambio Climático, se llegó al primer Pacto sobre el Agua y el Cambio Climático (Plan de Acción para la adaptación al cambio climático en las cuencas) el cual tiene como objetivo reivindicar el papel de los organismos de cuenca en la gestión sostenible de las políticas públicas de agua y de adaptación a los retos del cambio climático. Con esto se persigue reconocer el papel estratégico que tienen los organismos de cuenca en la definición y en la gestión de las políticas públicas de adaptación al cambio climático a través de la planificación hidrológica. Paralelamente, con esta iniciativa se pretende demandar más financiamiento para estos organismos, a fin de asegurar la cooperación, la coordinación, el intercambio de información, el diálogo, la consulta y la prevención de los conflictos entre todas las partes involucradas (Domínguez, 2009).

De los 27 principios relacionados con la sustentabilidad abordados en la Declaración de Río, los numerados como el principio 2, 4, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 17, 19 y 25 abordan el tema de preservación y conservación del uso del agua (Domínguez, 2009).

Pero, ¿Qué es un proceso sostenible? “Un proceso es sostenible cuando ha desarrollado la capacidad para producir indefinidamente a un ritmo en el cual no agota los recursos que utiliza y que necesita para funcionar y no produce más contaminantes de los que puede absorber su entorno” (Domínguez, 2009).

En la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su artículo tercero, define desarrollo sustentable como: “El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras”.

En el cual, para alcanzar la sostenibilidad o sustentabilidad se requiere trabajar en tres factores:

- Social
- Económico
- Ambiental

1.2.4 Usos del agua en la Industria

Los principales usos que se le da al agua a nivel mundial son en la agricultura, industria y para uso doméstico; en la Figura 1.1 (FAO, 2003) se muestran los porcentajes de uso a nivel mundial.

En el sector agrícola el 25% del agua se escurre o se evapora, por el empleo tradicional en los métodos de irrigación. Además, en el 2015 la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura estimó que su uso tendrá un crecimiento del 70% al 84% para el 2030.

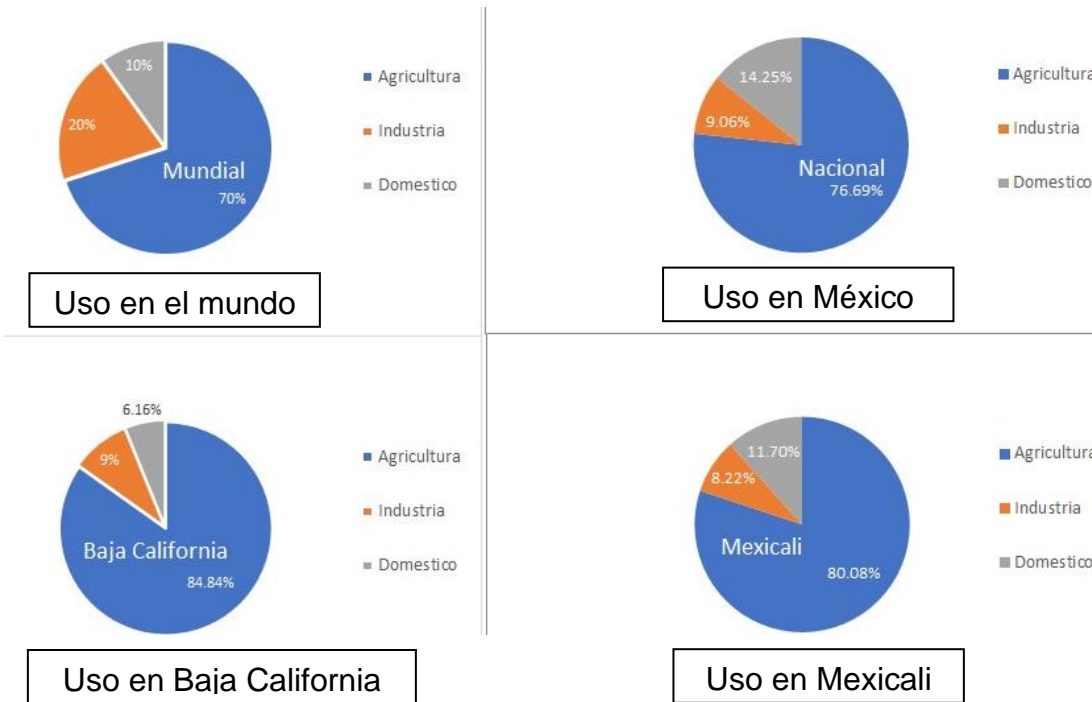


Figura 1. 3 Uso del agua a nivel mundial, nacional, estatal y municipal

La extracción del agua para uso agrícola predomina como actividad principal en el mundo a excepción de Europa donde su uso principal es para la industria (Tabla 1.1).

Con respecto al sector industrial de los países en desarrollo, el 70% de las aguas residuales de la industria es vertido sin tratamiento, contaminando así el suministro de agua utilizable. Se contempla un crecimiento de un 400% en la demanda global en la fabricación de artículos entre el 2000 y 2050, esto deja claro que el sector industrial en muchos casos solo se preocupa por maximizar la producción sin considerar el uso eficiente de los recursos naturales (CONAGUA, 2015a).

Tabla 1. 3. Extracción de Agua y sus Rubros en el mundo.

Continente	Extracción de agua para uso agrícola (10 ⁹ m ³ /año)	Extracción de agua para uso industrial (10 ⁹ m ³ /año)	Extracción de agua para uso municipal (10 ⁹ m ³ /año)	Extracción total de agua (suma de sectores) (10 ⁹ m ³ /año)
América	432.7	289.7	126.5	843.8
Asia	2, 035.2	241.1	226.5	2479.9
Europa	76.5	195.9	68.6	355.3
África	172.6	11.2	27.2	208.7
Oceanía	16.2	3.7	5.1	25.1

Fuente: Elaboración propia con datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2013)

En México, la población asciende a más de 126 millones de habitantes, de los cuales el 94.6% de sus viviendas cuentan con agua entubada, según datos del censo realizado por el INEGI en el censo del 2020 (INEGI, 2020). Además 9.5 millones de habitantes no cuentan con disponibilidad de agua, asimismo dos terceras partes de nuestro territorio está catalogado como zona semiárida. El país cuenta anualmente con 447,260 hm³ de agua dulce renovable (CONAGUA, 2015b). El uso del agua a nivel nacional para uso doméstico es el 14.25%; agricultura el 76.69% y 9.06% en la industria (FAO, 2013).

En Baja California, el uso agrícola comprende el 84.84%, el uso doméstico 6.16% y el uso industrial el 9%. En Mexicali, el uso agrícola se limita al 80.08%, abastecimiento público 11.7% y la industria 8.22 % (CONAGUA, 2015b).

En la entidad, el Río Colorado es la principal corriente superficial y representa tanto para el Valle de Mexicali como para el resto del estado de Baja California la principal fuente de agua con una aportación anual de 1,850.234 hm³. Las obras hidráulicas de mayor importancia que permiten el aprovechamiento de este cuerpo de agua son la presa derivadora José Ma. Morelos y una numerosa red de canales constituida por 470 km de canales principales, 2,432 km de canales secundarios, 1,662 km de drenes destinados principalmente para el uso agrícola y el Acueducto Río Colorado-Tijuana, con una longitud de 147 km (CONAGUA, 2014).

Hay quienes hablan de la crisis del agua que se tendrá en el futuro, pero dicha crisis ya está aquí. En el mundo la viven diariamente 1 100 millones de personas, las cuales no tienen acceso al agua potable. En México, alrededor de 12 millones padecen esta situación. En cuanto al acceso a saneamiento en el mundo, se calcula que 2 mil 400 millones no cuentan con él, mientras que en México 24 millones carecen de alcantarillado. Además, hay una gran cantidad de cuerpos de agua, superficiales y subterráneos, muy contaminados (ONU, 2015).

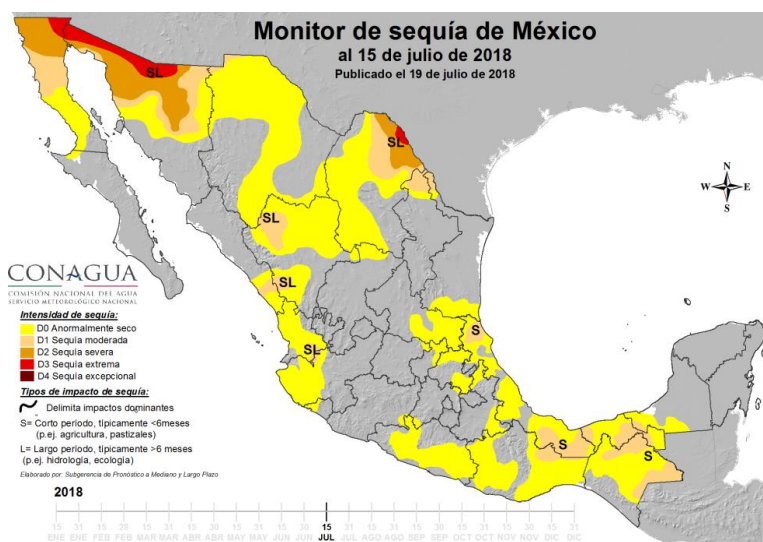


Figura 1. 4 Intensidad de sequía en Baja California.

La ciudad de Mexicali se encuentra en una zona de sequía severa y extrema en la cuenca del Río Colorado, como se muestra en la figura 1.2 (PRONACOSE, 2018). Estos datos son relevantes, ya que, la sequía en la cuenca del Río Colorado ha motivado la reducción de los volúmenes entregados a México por el Tratado Internacional de Límites y Aguas firmado en 1944 a través de la minuta 323 en la que se establecen los lineamientos de estas reducciones (CILA, 2017).

1.2.5 Fabricación de productos altamente intensivos en el uso del agua.

La prioridad de la industria consiste en muchos casos potenciar al máximo la producción y las utilidades, y no la eficiencia y conservación del agua. La inversión en tecnología para el tratamiento del agua o en procesos de enfriamiento eficientes, puede tener plazos de recuperación más largos que los rendimientos inmediatos de la inversión alternativa a corto plazo en la producción que no son muy atractivos para la industria. Por otra parte, los bajos precios del agua no fomentan la inversión en eficiencia hídrica, porque los directivos tienen que ver cómo hacer que el negocio compense la presión de accionistas y partes interesadas. Sin embargo, es responsabilidad de las autoridades políticas y jurídicas desarrollar los incentivos apropiados para que las industrias tengan como objetivo tomar decisiones de negocio en base al interés público (OECD, 2016).

La industria es uno de los sectores más dinámicos en la ciudad de Mexicali, ocupando el primer lugar la rama de productos alimenticios (pasteurizadoras de lácteos, embotelladoras, molinos de trigo, tortillerías, panaderías, rastros y empacadoras de carne). Adicionalmente la industria manufacturera está altamente desarrollada, siendo Mexicali el pionero en México en esta rama industrial, inicialmente con la costura. El desarrollo de la industria manufacturera ha sido principalmente en el ramo de alimentos, automotriz, metalmecánica, envases de vidrio, electrónica, en el cual también se incluye la rama de televisores, plástico y textil. Otras industrias no menos importantes son la fabricación y ensamblaje de artículos eléctricos y electrónicos, tracto camiones, remolques de carga, maquiladoras de juguetes. La industria de generación de electricidad (geotermia) se ha desarrollado en parte gracias a las características geológicas (Carrillo & Gomis, 2005).

Los usos que las industrias dan al agua son principalmente en: riego de áreas verdes, acondicionamiento climático de áreas de trabajo, lavandería, en cocinas, baños, y en las áreas productivas, como en procesos metalmecánicos, la incorporación de agua como parte del producto y/o para las necesidades de saneamiento dentro de la instalación. Las empresas que más consumen agua son las industrias de alta tecnología (Sovacool et al.,

2021), tales como la industria de generación de energía eléctrica, automotriz, electrónica y de alimentos y bebidas.

La cantidad de agua utilizada en la manufactura depende del tipo de producto del que se trate. Mientras más elaborado sea éste, más agua se utiliza en su fabricación. Generalmente solo se toca y usa el 5% del agua que se utilizó para la fabricación de un artículo, el 95% representa el agua virtual. El agua virtual es toda aquella que se necesita para producir, empacar y transportar los bienes y servicios que se consumen. Se dice que es virtual porque no se encuentra presente en el producto final. En la tabla 1.2 se muestran distintos productos y cuánto se consume de agua para su fabricación, de los cuales los más representativos de la zona por su producción y alto consumo son: las televisiones, carne, leche y refrescos; en el caso de estos últimos, aunque su gasto de agua virtual es menor comparado a los demás, es un producto con una alta demanda.

Tabla 1. 4. Agua virtual por producto, según diferentes organizaciones (I)

Producto	Agua virtual (SEMARNAT, 2011)
1 televisor	136,000
1 kg de carne	16,000
1 hamburguesa (150 gr)	2,400
1 litro de leche	1,000
½ litro de bebida carbonatada	169-309
1 kg de papel	125
Bolsa de papas fritas (200 gr)	185
Cerveza (250 ml)	75
1 microchip (2 g)	32

Fuente: SEMARNAT (SEMARNAT, 2011).

1.3 Hipótesis

A través del modelo de gestión sustentable del agua propuesto, es posible evaluar de manera práctica y eficiente la sustentabilidad del manejo de dicho recurso y sirve como herramienta de planeación a los tomadores de decisiones.

1.4 Objetivo General

Proponer un modelo de gestión sustentable del uso del agua para la industria manufacturera, aplicado a una rama específica de la misma en Mexicali, Baja California, que permita optimizar el recurso del agua y por ende mejorar el avance hacia la sustentabilidad de la región.

1.4.1 Objetivos específicos

- 1.- Evaluar las herramientas y enfoques existentes en la literatura que se adapten al modelo a desarrollar.
- 2.- Implementar un instrumento de evaluación diagnóstica situacional del uso del agua en la industria.
3. Analizar y evaluar los resultados de la aplicación del instrumento como base para desarrollar el modelo de gestión sustentable del agua en la industria manufacturera y determinar la rama para analizar.
4. Desarrollar el modelo de gestión sostenible para el uso del agua en la industria.
5. Implementar el modelo desarrollado a un caso de estudio en la industria de Mexicali, Baja California, hasta la etapa de propuesta de alternativas de solución.

1.5 Marco teórico

El agua es uno de los elementos más importantes en la vida del planeta, cerca de las tres cuartas partes de la superficie del planeta son agua. Además, es esencial para la vida de las especies, inclusive determina su funcionamiento. Es importante tener en cuenta que los organismos de todos los seres vivos están compuestos en una alta proporción por agua, siendo que esta es la que compone los músculos, órganos y los diferentes tejidos (Flores et al., 2012).

El agua es empleada de diversas formas prácticamente en todas las actividades humanas, ya sea para subsistir o para producir e intercambiar bienes y servicios.

Existen diferentes tipos de agua, de acuerdo a su procedencia y uso (cuidoelagua.org, 2009):

- Agua potable: es agua que puede ser consumida por personas y animales sin riesgo de contraer enfermedades.
- Aguas residuales: fluidos residuales en un sistema de alcantarillado. El gasto o agua usada por una casa, una comunidad, una granja o una industria, que contiene materia orgánica disuelta o suspendida.
- Agua subterránea: agua que puede ser encontrada en la zona saturada del suelo, zona formada principalmente por agua. Se mueve lentamente desde lugares con alta elevación y presión hacia lugares de baja elevación y presión, como los ríos y lagos.
- Agua morada: el nombre de “agua morada” corresponde a un código internacional creado por *Irvine Ranch Water District*, ubicado en Irvine, California, Estados Unidos, para diferenciar la tubería que distribuye agua recuperada de las plantas de tratamiento de agua municipales.

1.5.1 Agua virtual y huella hídrica

El agua es un recurso natural de vital importancia ya que no solo se consume al beber, preparar alimentos, asear, lavar ropa, entre otras actividades. La mayor cantidad del agua que se utiliza se encuentra en los productos y servicios y de ahí el destacar el término de Agua Virtual, acuñado en 1993 por el investigador británico John Anthony Allan, que define Agua Virtual como el agua requerida para la fabricación de cualquier producto, sea de origen agrícola o industrial (Howsam & Carter, 1996).

Allan define al Agua Virtual como el volumen total de agua utilizada de forma directa e indirecta para elaborar un producto (Howsam & Carter, 1996).

El agua virtual sirve como indicador para medir las exportaciones de agua de un país a otro. Para un país con escasez física o económica de agua depende de sus importaciones de agua para satisfacer la demanda. Entendiéndose la escasez física como el acercamiento o la superación de los límites de sustentabilidad en el aprovechamiento de los recursos hídricos, y la escasez económica como la limitación al acceso de agua debido al limitado capital financiero, institucional y/o humano del país, aunque el agua esté disponible (Howsam & Carter, 1996).

El concepto de agua virtual dio lugar al término Huella Hídrica (HH) que es un indicador de toda el agua que se utiliza en la vida diaria; para producir comida, en procesos industriales y generación de energía, así como la que se ensucia y contamina a través de esos mismos procesos (INEGI, 2013).

Este indicador permite conocer la cantidad de agua que aprovecha una persona, un grupo de consumidores, una región, país o toda la humanidad. Cerca del 92% de la huella hídrica global se encuentra en la producción de alimentos (INEGI, 2013).

El concepto de HH se encuentra fuertemente ligado al de agua virtual, ya que la HH se refiere al agua utilizada en la creación de un producto, por lo cual, se puede hablar del “contenido de agua virtual” de un producto, en lugar de su huella hídrica. No obstante, la HH tiene una aplicación todavía más amplia, pues se refiere al índice de consumo de agua a través del conjunto de productos o servicios que ésta consume.

La HH considera únicamente el agua dulce y se conforma de 4 componentes básicos: volumen, color del agua, lugar de origen del agua y momento de extracción del agua.

Identificar estos datos permite analizar la huella hídrica, sin embargo, es necesario tomar en cuenta aspectos locales para dar un contexto real y útil al concepto.

Por ejemplo:

- Impactos en tiempo y espacio de la extracción del agua y su retorno como agua residual o tratada.
- Nivel de productividad del agua en la zona.

- Condiciones de escasez o estrés hídrico.
- Usos locales del agua y el acceso de la población al recurso.
- Impactos en la cuenca baja.
- Demás factores que puedan incidir en el mantenimiento del equilibrio en cada cuenca hidrológica.

¿Cómo se mide la HH?

La HH se calcula como el consumo doméstico de los recursos hídricos, menos las exportaciones de agua virtual, más las importaciones de agua virtual.

Para un producto, es el contenido total de agua azul, verde y gris involucrada en toda la cadena de procesos de elaboración del mismo.

1.5.2 Políticas Nacionales e Internacionales en normatividad industrial.

Durante siglos el mundo moderno privilegió el crecimiento económico sobre el cuidado ambiental. Las consecuencias palpables son un deterioro permanente y constante de los recursos naturales, el agotamiento de los no renovables y el riesgo de los recursos en flujo (Alfie, 2016).

México es un país con un gran acervo de capital natural, pero sometido a una ardua presión para lograr una alta tasa de crecimiento económico en corto plazo. En la búsqueda de un desarrollo social y económico que incluya la preservación de un ambiente natural de calidad, el Estado mexicano ha introducido en su agenda los asuntos ambientales (Sanginés, 2005).

El crecimiento poblacional ha impactado en la modificación del paisaje terrestre, cambio de uso de suelo, desarrollo industrial que ha impactado en gases de efecto invernadero, contaminación de suelos, agua y aire. Además, de haber llevado numerosas especies a la extinción.

La política ambiental en México ha sido abordada desde diferentes enfoques. Ha pasado de políticas de comando y control, en la década de 1970, y ha ido transitando hasta políticas más integrales que incluyen el concepto de desarrollo sustentable, especialmente después de la Cumbre de Río de 1992 (López-Vallejo, 2014). Otros autores consideran como una etapa inicial de 1841 a 1917 en la cual se tenía un enfoque sanitario (Pérez-Calderón, 2010).

En los siguientes párrafos se tratará el origen, la evolución y el estado actual de la política ambiental mexicana y las etapas de esta evolución, citando principalmente las posturas de distintos autores.

Se puede describir la evolución de la política ambiental en tres etapas (Pérez-Calderón, 2010):

- Primera etapa de 1841-1982: se instala la política ambiental desde la creación del consejo superior de salubridad del departamento de México y la creación de un código sanitario. En 1971 se crea la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental
- Segunda etapa 1982-1992: con un enfoque integral hacia la preservación y restauración del equilibrio ecológico con la creación de la Ley Federal de Protección al Ambiente y la creación de dependencias como la Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) entre otras dependencias.
- Tercera etapa 1992-2007: la política ambiental adquiere un enfoque de desarrollo sustentable, en el cual se plantea la necesidad de manejar mejor los recursos naturales y políticas ambientales desde un punto de vista integral.

Por su parte SEMARNAT en 2006, considera la evolución de las políticas ambientales en cinco etapas (SEMARNAT, 2006a) :

- Etapa inicial de la gestión ambiental: la conservación dentro de la visión productivista de los recursos naturales (1917-1971), se desarrolló una política ambiental implícita, en el marco del manejo productivo de los recursos naturales, que los separaba en función de sus respectivos referentes económicos y sociales, como el subsector forestal, el pesquero y el hidráulico.
- Segunda etapa de la gestión ambiental: la contaminación ambiental. El enfoque de la salud pública (1971-1983). El impacto de la contaminación en la salud pública fue un eje central en política ambiental, este nuevo paradigma coexistió con el antiguo enfoque productivista. Se creó en 1971 la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, quien se encargó de su aplicación fue la Secretaria de Salubridad y Asistencia (SSA) antecesora de la Secretaria de Salud y para el sector hidráulico se creó la Comisión Nacional del Plan Hidráulico (1976).
- Tercera etapa de la gestión ambiental: integración de la visión eco sistémica (1983-1994). Los problemas urbanos y la gestión de los ecosistemas cobraron más importancia, es por esto que se creó la Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), heredera de la SAHOP. SEDUE se le otorgaron atribuciones para formular y conducir la política de saneamiento ambiental en coordinación con la SSA, para intervenir en materia de flora y fauna y para proteger los ecosistemas naturales. En sustitución a la Comisión Nacional del Plan Hidráulico se creó en 1986 el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). En 1987 se realizaron modificaciones a la Constitución Política para incluir que es deber del Estado la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, permitiendo la expedición en 1988 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

- Cuarta etapa de la gestión ambiental: hacia la integralidad de la gestión (1994-2000). A finales de 1994, se crea la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), esto significó un gran avance para la integralidad de la gestión de los recursos, la cual se le asignó el coordinar, administrar y fomentar el aprovechamiento de los recursos naturales renovables y la protección al ambiente, con la creación de dicha dependencia, se reasignaron atribuciones que antes correspondían a SEDESOL, SARH y la Secretaría de Pesca, que finalmente desapareció. En el año 2000 se creó la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), lo cual sentó las bases para avanzar en este tema.
- Quinta etapa de la gestión ambiental: creación de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) e inicio de la transversalidad. En el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 se estableció la sustentabilidad como uno de los doce principios y plantearon los objetivos nacionales para un desarrollo que protegiera los recursos presentes y garantice el futuro:
 - La inclusión de la protección de la naturaleza en el desarrollo de nuestro país.
 - La valoración correcta de los recursos naturales para evitar su depredación y contaminación.
 - La incorporación de la sustentabilidad ambiental en los procesos de desarrollo industrial, de urbanización y de dotación de servicios.
 - La preservación del patrimonio natural del país y la reconstrucción de los sistemas ecológicos para las generaciones futuras.

La tercera etapa es donde se puede afirmar el inicio de una política ambiental, la cual está marcada por la promulgación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente (LGEEPA) ya que abrió la vía para la construcción de normas y para crear las bases de la gestión del medio ambiente.

En los últimos treinta años, la política ambiental ha transitado de un enfoque sanitario como respuesta a la contaminación del aire en las grandes ciudades, a una orientación de protección del equilibrio ecológico. No obstante, SEMARNAT reconoce que algunos de los programas y proyectos de desarrollo implementados en el país, especialmente las políticas agropecuarias y agrarias, han inducido procesos que favorecen la deforestación y el uso irracional del suelo (Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, 2006).

La visión de la sustentabilidad (paradigma de fin de siglo) se concreta en las crisis ambientales en espacios definidos. Ahora, los actores sociales también se movilizan en torno a las crisis ambientales regionales, y se definen así nuevas particularidades de las regiones, es decir, se crea una nueva geografía nacional determinada por la acción con respecto al mercado ambiental (Micheli, 2002).

La era de la globalización ha traído consigo la construcción de un nuevo mercado que se rige por el paradigma de la sustentabilidad, es el mercado ambiental. Dado que el objetivo de los actores es modificar/crear tendencias sociales (relacionadas con la crisis

ambiental), el conflicto es la base de las interacciones entre aquéllos. El centro de gravedad de este mercado es la crisis ambiental, como crisis de la relación naturaleza – economía – sociedad, y emergencia de un nuevo paradigma que es el de la sustentabilidad (Micheli, 2002).

El amplio conjunto de acciones cuyo centro de interés ha sido la crisis del medio ambiente se extiende desde la década de los años setenta hasta nuestros días, y es posible identificar factores y etapas que han ido constituyendo los rasgos básicos del mercado ambiental, de modo que se pueden distinguir tres etapas en su desarrollo, las cuales, de manera bastante aproximada, corresponden con las tres décadas últimas del siglo: la de la construcción inicial de la idea de crisis de la relación de la economía con la naturaleza (los setenta), la de la conciencia de una crisis ambiental que es global (los ochenta) y la de la búsqueda de factores de rentabilidad para la resolución de la crisis ambiental (tabla 1.3) (Micheli, 2002).

Tabla 1.3. Tres etapas en la formación del mercado ambiental global.

Años	70	80	90
Ideas dominantes	Determinismo tecnológico. Límites al crecimiento.	La crisis ambiental deviene en global.	Sustentabilidad y competitividad.
Conflictos centrales	Crecimiento económico vs. Medio ambiente.	Contaminación transfronteriza. Ecología política vs modernización ambiental.	Ambiente vs libre mercado. Contradicciones entre países por intereses económicos ligados al tema ambiental.
Instituciones internacionales		Informe Brundtland. Ciencia ambiental.	Nuevos actores globales: Banco Mundial, las ONG, ISO
Gobiernos	Organismos de protección ambiental. Generación de normas.	Políticas públicas amplias.	Geopolítica ambiental. Países en desarrollo adoptan políticas ambientales.
Empresa	“Quien contamina paga”. Internacionalización para disminuir costos.	Reconversión técnica y organizacional. Flexibilización	Administración ambiental y competitividad.
Negocios	Agua, basura. Empresas ambientales de ámbito local.	Empresas devienen en nacionales y se expanden internacionalmente.	Expansión internacional de oligopolios. Competencia por mercados emergentes.

En el Sexenio del presidente Enrique Peña Nieto el Programa Nacional de Desarrollo 2013-2018 en materia ambiental se estableció el programa sectorial de medio ambiente y recursos naturales (Promarnat, 2013-2018) el cual tiene seis objetivos:

1. Promover y facilitar el crecimiento sostenido y sustentable de bajo carbono con equidad y socialmente incluyente.
2. Incrementar la resiliencia a efectos del cambio climático y disminuir las emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero.
3. Fortalecer el manejo integral y sustentable del recurso hídrico, garantizando su acceso seguro a la población y los ecosistemas.
4. Recuperar la funcionalidad de cuencas y paisajes a través de la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable del patrimonio natural.
5. Detener y revertir la pérdida del capital natural y la contaminación del agua, aire y suelo.
6. Desarrollar, promover y aplicar instrumentos de política, información, investigación, educación, capacitación, participación y derechos humanos para fortalecer la gobernanza ambiental.

Con lo cual se quería transitar hacia una economía baja en carbono, cambiar el “metabolismo industrial” del país, depender cada vez menos de combustibles fósiles y consumir más energías renovables; replantear el manejo hídrico del país, pues el agua debe ser un recurso para impulsar el desarrollo sustentable, y dejar de ser una amenaza para la salud y la vida de los mexicanos.

Aun siendo México influenciado por las presiones de las políticas internacionales posee el conjunto de normas más laxas, desactualizadas y permisivas de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. La legislación ambiental en México ha quedado rezagada ante los avances tecnológicos mundiales y la gravedad de la problemática ecológica nacional y global. Además, la cadena jurídica de instrumentación, los reglamentos y normas que deberían de existir para su adecuada aplicación y vigilancia, esta trunca en muchas temáticas, especialmente tratándose del manejo de los recursos hidrológicos y marinos del país (SEMARNAT, 2017).

1.5.2.1 Calidad del Agua (Descargas)

La normatividad respecto a la calidad del agua en sus descargas residuales se rige por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos (SEMARNAT) (CONAGUA, 2007) en la NOM-001 se establecen los parámetros de las descargas de aguas residuales en los bienes nacionales y es obligatoria para los causantes de dichas descargas, no aplica las descargas de drenajes pluviales separados.

La NOM-002 establece los parámetros de las descargas al alcantarillado urbano o municipal, aplica a industrias, comercios y servicios.

La NOM-003 se aplica a quienes desean realizar un reusó de sus aguas residuales y estas serán utilizadas en servicios públicos que tengan contacto directo e indirecto al ser humano.

1.5.2.2 Calidad del Agua (Salud)

La normatividad respecto al impacto de la calidad del agua en la salud humana se rige por medio de la Secretaría de Salud, en las cuales corresponden las siguientes:

- NOM-127-SSA1-1994: en esta se establecen los parámetros de medición de calidad y los tratamientos que se debe someter el agua para su potabilización.
- NOM-179-SSA1-2020: esta establece los parámetros de calidad del agua para el agua que distribuyen los organismos operadores, es por esto que al agua que se distribuye se le conoce como potable, ya que de acuerdo a esta norma el agua que llega a los hogares debe ser potable, además establece los criterios para evaluar y mantener el control de calidad.
- NOM-201-SSA1-2015: establece los criterios para el control de calidad del agua y hielo, además del manejo que se debe de dar para su envasado y venta a granel.
- NOM-210-SSA1-2014: productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos. Indica los criterios a utilizar para determinar los microorganismos patógenos y las pruebas de laboratorio a utilizar para dichos estudios, además de los parámetros de calidad requeridos.
- NOM-230-SSA1-2002: son los procedimientos que se requieren para el muestreo del agua que se utiliza para uso y consumo humano y los criterios que deben de cumplir para el manejo de este recurso.

En cada una de estas normas establece los distintos parámetros y en el caso que corresponda el procedimiento que debe llevarse a cabo para el manejo del recurso.

1.5.2.3 Manejo de Residuos

En México, la normatividad respecto al manejo de los residuos de las plantas de tratamiento de aguas residuales se rigen por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos (SEMARNAT), la primer norma es NOM-004 en esta se establecen los procedimientos para el manejo de los residuos de la Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), es decir los lodos, la cual determina cuando son de manejo especial y cuando estos pueden convertirse en residuos peligrosos, lo cual es competencia de la NOM-052, pues determina el proceso del manejo de los residuos peligrosos, además de contar con un listado de residuos peligrosos.

Como se mencionó anteriormente, la NOM-004 se basa en el código CRETIB, el cual hace referencia cuando un residuo pasa de ser de manejo especial (Lodos, NOM-004-SEMARNAT-2002) a ser manejo peligroso, las siglas de este código significan: Corrosividad, Reactividad, Explosividad, Tóxico, Inflamable y Biológico Infeccioso.

1.5.3 El ciclo de Deming

A partir del año 1950, y en repetidas oportunidades durante las dos décadas siguientes, Deming empleó el Ciclo PHVA como introducción a todas y cada una de las capacitaciones que brindó a la alta dirección de las empresas japonesas. De allí hasta la fecha, este ciclo (que fue desarrollado por Shewhart), ha recorrido el mundo como símbolo indiscutido de la Mejora Continua. Las Normas NTP-ISO 9000:2001 basan en el Ciclo PHVA su esquema de la Mejora Continua del Sistema de Gestión de la Calidad (Manuel et al., 2003).

Dentro del contexto de un sistema de gestión de la calidad, el ciclo PHVA es un ciclo que está en pleno movimiento. Que se puede desarrollar en cada uno de los procesos. Está ligado a la planificación, implementación, control y mejora continua, tanto para los productos como para los procesos del sistema de gestión de la calidad.

El ciclo PHVA se explica de la siguiente forma:

Planificar:

- Involucrar a la gente correcta
- Recopilar los datos disponibles
- Comprender las necesidades de los clientes
- Estudiar exhaustivamente el/los procesos involucrados
- ¿Es el proceso capaz de cumplir las necesidades?
- Desarrollar el plan/entrenar al personal

Hacer:

- Implementar la mejora/verificar las causas de los problemas
- Recopilar los datos apropiados
- Verificar:
- Analizar y desplegar los datos
- ¿Se han alcanzado los resultados deseados?
- Comprender y documentar las diferencias
- Revisar los problemas y errores
- ¿Qué se aprendió?

- ¿Qué queda aún por resolver?

Actuar:

- Incorporar la mejora al proceso
- Comunicar la mejora a todos los integrantes de la empresa
- Identificar nuevos proyectos/problemas

1.5.4 Instrumento de evaluación

Para diseñar un instrumento de evaluación diagnóstica situacional (encuesta). Se deben definir las secciones que integrarán la encuesta. Si constará de una sola sección, es decir una delimitada cantidad de preguntas, o comprenderá distintas secciones, a criterio de la persona que este diseñando la encuesta.

La primera etapa es definir el objetivo de la encuesta. En otras palabras, la información que se pretende recabar, si son datos cualitativos y cuantitativos.

Elaboración de preguntas. En esta etapa, se deberá decidir si las preguntas serán de opción múltiple, preguntas abiertas o una combinación de las dos.

Validación del instrumento. Mediante la evaluación de expertos (mínimo tres); estos definirán si en la encuesta se cumple con la suficiencia, claridad, coherencia y relevancia del instrumento (Galicia et al., 2017).

Después de haber obtenido la ponderación de cada uno de los jueces evaluadores, se calcula la razón de validez de contenido (Wendlandt et al., 2016).

Para la evaluación de contenido se calcula la razón de validez de contenido (CVR, por sus siglas en inglés) y el Índice de Validez de Contenido (CVI, por sus siglas en inglés) del modelo de Lawshe propuesto por Tristán (Tristán-López, 2008). Se recurre a esta modificación ya que el modelo original requiere arriba de 5 de jueces, en cambio en la modificación mínimo son 3 jueces.

La fórmula de CVR (ver ecuación 1) es la siguiente:

$$CVR = \frac{n_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}} \text{ Lawshe}$$

$$CVR' = \frac{CVR+1}{2} \text{ Tristan (1)}$$

Dónde:

CVR= Razón de validez de contenido.

N= Número total de panelistas.

n_e = Número de panelistas que están de acuerdo en la categoría “alto nivel”.

El cálculo del CVR se realizó para cada uno de los ítems de la encuesta, el CVI se calcula con los valores mayores o iguales a 0.58 del CVR esto fue para cada una de las cuatro secciones, como se muestra a continuación:

Para el cálculo del CVI (ver ecuación 2), la fórmula es la siguiente:

$$CVI = \frac{\sum_{i=1}^M CVR_i}{M} \quad (2)$$

Dónde:

CVR_i = Razón de validez de contenido de los ítems aceptables de acuerdo al criterio de Lawshe.

M = total de ítems aceptables de la prueba.

De acuerdo al modelo de Lawshe se requiere que el valor de CVR y CVI sea mayor a 0.58, para que sea aceptado.

Después de tener calculado el CVR y CVI, se procede a aceptar o corregir el instrumento de evaluación. Por último, se procede a definir el muestreo y su prueba piloto.

En el cual, para calcular el tamaño de la muestra (ver ecuación 3) para una población finita se utilizó la siguiente fórmula (Valdivieso Taborga et al., 2011):

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 * p * q * N}{Z_{\alpha/2}^2 * p * q + (N-1) * e^2} \quad (3)$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra.

$Z_{\alpha/2}$ = Abscisa de la distribución normal bilateral para un nivel de confianza del 90%.

e = Margen de error o nivel de precisión.

$p=q$ = Proporción estimada del atributo presente en la población.

N = Tamaño de la población.

Después de definir el tamaño de la muestra, se procede a realizar la prueba piloto, el cual representa el 10% del tamaño de la muestra. En este contexto, las pruebas piloto son pequeños estudios realizados en las mismas condiciones que el estudio global o de mayor escala, pero con un muestreo limitado, lo que permite corregir posibles errores

cometidos por el encuestador o el entrevistado, es decir, coherencia en las preguntas y que se puedan medir sus respuestas.

1.5.5 Modelo-Método-Metodología

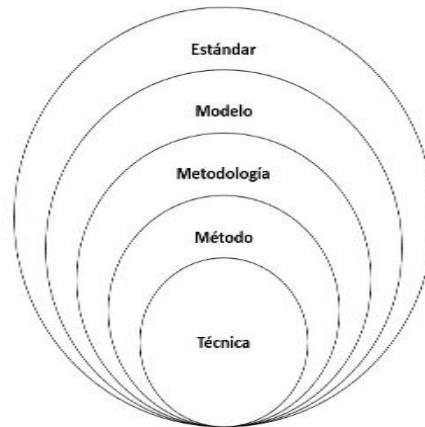


Figura 1.3 Diferencia entre Modelo-Método-Metodología.

Para su clasificación entre Modelo, Metodología y Método, se ejemplifican dichas diferencias en la figura 1.3, en el cual (Monje Álvarez, 2011):

- Técnica: son procedimientos que se requieren usar para la obtención de un resultado en cierta actividad dada.
- Método: son conjunto de pasos que se emplea para hallar nuevos conocimientos científicos.
- Metodología: es la ejecución del método para una actividad dada y esta depende de la experiencia del usuario para el logro de su objetivo.
- Modelo: en este, se conjuntan todas las metodologías, métodos, técnicas que estén a la disposición del usuario para el logro de un objetivo, dichas herramientas a utilizar pueden ser cambiantes a diferencia de las anteriores terminologías usadas, las cuales tienen un propósito específico.

1.5.6 Indicador

Un indicador debe de cumplir con tres características básicas (DNP, 2018):

- Simplificación: la realidad en la que se actúa es multidimensional, un indicador puede considerar alguna de tales dimensiones (económica, social, cultural, política, etc.), pero no puede abarcarlas todas.
- Medición: permite comparar la situación actual de una dimensión de estudio en el tiempo o respecto a patrones establecidos.
- Comunicación: todo indicador debe transmitir información acerca de un tema en particular para la toma de decisiones.

Un indicador debe ser de fácil comprensión e interpretación y debe permitir establecer relaciones con otros indicadores utilizados para medir la situación o fenómeno en estudio, es decir, debe ser comparable en el tiempo y en el espacio. Metodológicamente, debe ser elaborado de forma sencilla, automática, sistemática y continua (DNP, 2018).

Para integrar los indicadores definidos se seleccionó la metodología de Teoría de Decisiones de Atributos Múltiples, esta desglosa el problema a analizar en un árbol de decisiones el cual se divide en criterios generales y estos a su vez en atributos que también pueden subdividirse. De esta forma, el problema a evaluar es más sencillo a evaluar (Saldívar et al., 2002).

Capítulo 2. Estado del arte

Con el objeto de evaluar las herramientas y enfoques existentes en la literatura que permitan desarrollar el modelo a proponer en este trabajo, en este capítulo se presentan propuestas encontradas de estándares, modelos, métodos, metodologías y otras herramientas aplicables al cuidado del medio ambiente. El modelo se refiere a la inclusión y selección de diferentes técnicas interrelacionadas que permiten a los usuarios seguir una ruta de análisis para la mejora de su sistema. El modelo debe de ser genérico, es decir debe ser aplicable a diferentes industrias. Se incluyeron investigaciones realizadas en la aplicación de diseño de experimentos, por ser una herramienta efectiva para entender y optimizar los procesos y productos en la industria, tomando en cuenta su facilidad de aplicación cuando intervienen muchos factores en el producto.

2.1 Estándar

Los factores que influyen en un sistema de gestión ambiental ISO 14000 involucran considerables costos de implementación y de mantenimiento y mejora, este estudio indica que los beneficios superan con creces los costos según la opinión de la industria de PCB (tarjetas de circuitos impresas) de Hong Kong. Los fabricantes de PCB están considerando la posibilidad de aplicar un sistema que cumpla los requisitos de la norma ISO 14000 a fin de mejorar el comportamiento ambiental y mantener su posición competitiva en el mercado mundial (Chin, 1999).

La Iniciativa de Informe Global o GRI por sus siglas en inglés, *Global Reporting Initiative*, tiene su origen en el 1997 por un trabajo en conjunto entre la organización CERES y el Instituto *Tellus*, es aplicable para todos los sectores y pueden obtener una certificación de este estándar, en sus lineamientos incluye 81 indicadores divididos en 9 indicadores económicos, 30 ambientales y 42 sociales donde este último cuenta con 4 subdivisiones (14 indicadores de prácticas laborales y trabajo decente, 11 de derechos humanos, 8 de sociedad y 9 de responsabilidad del producto), estos lineamientos han servido de guía para el desarrollo de distintos modelos, metodologías y métodos, desde su creación, se le han realizado distintas actualizaciones, siendo la más reciente en 2011 (Hedberg & Von Malmborg, 2003).

En el instituto de Ingenieros Químicos, en 2002 publicaron un conjunto de indicadores, elaborados con referencia al GRI, ISO 14001 y reglamento EMAS (por sus siglas en inglés). Se conformaron 95 indicadores divididos en: 32 indicadores económicos (12 de beneficio, valor e impuesto y 20 de inversiones), 43 indicadores ambientales (29 de uso de recursos, 14 de emisiones, efluentes y desperdicio,) y 20 indicadores sociales (12 de lugar de trabajo y 8 referente a la sociedad). Es aplicable para cualquier sector de la industria, se tienen 7 indicadores aplicables para la industria de Mexicali y que manejen la medición del agua, estos son: consumo total de agua, agua usada en enfriamiento,

agua usada en procesos, otros usos de agua, volumen total de agua tratada, consumo total de agua por unidad de producto y consumo total de agua por unidad de valor agregado. Dicho conjunto de indicadores, aunque cuenta con factores sociales y económicos para su medición, está más enfocado en la medición ambiental, con 43 indicadores, 32 indicadores económicos y 20 indicadores sociales (Labuschagne et al., 2005).

Mediante un método para la evaluación del rendimiento de la sostenibilidad de los productos en conjunto con el ciclo de vida (LCSA), se evaluó el rendimiento de los productos teniendo en cuenta las dimensiones ambientales, económicas y sociales. Sus resultados pueden ser utilizados para comparar diferentes productos o para apoyar la toma de decisiones hacia la producción y el consumo sostenibles. Mediante la propuesta de un tablero de sostenibilidad, se ofrece una posible solución. En el cual, una característica destacada del tablero de sostenibilidad es la comunicabilidad de los resultados mediante una representación gráfica (un cartograma), caracterizada por una escala cromática y una puntuación de clasificación adecuadas (Finkbeiner et al., 2006).

El autor analizó si el Esquema de Gestión y Auditoría Ecológica de la UE (EMAS) es una norma que permite evaluar, informar y mejorar su desempeño ambiental; la cual es aplicable en todo el mundo, se creó en 2003 y se utilizaron como referencia la ISO 14031 la cual da las directrices para evaluar el desempeño ambiental y su gestión ambiental, cuenta con 78 indicadores divididos en (Iraldo et al., 2009):

- 43 indicadores de desempeño operacional, 23 indicadores de rendimiento de gestión y 12 indicadores de condición ambiental.

Después de realizar una revisión exhaustiva de los indicadores mencionados, se encontró que para el modelo a desarrollar, solo aplican 9 de los 78 indicadores, los cuales son: consumo total de agua, agua usada en enfriamiento, agua usada en procesos, otros usos de agua, volumen total de agua tratada, porcentaje de agua tratada, volumen total de agua reutilizada, porcentaje de agua reutilizada y consumo total de agua por unidad de producto, además, el resultado de la aplicación demostró que solo una organización obtiene una mejora real del rendimiento medioambiental a través de su Sistema de Gestión Ambiental, con el cual, puede conseguir una mayor capacidad de innovación (Iraldo et al., 2009).

Por otra parte, el gobierno vasco otorga una certificación al cumplimiento de la norma Ekoscan en conjunto con el gobierno alemán mediante el organismo *I.H.OB.E.*, en el 2004, la cual establece los requisitos que debe cumplir una organización que desee gestionar la mejora medioambiental con un enfoque dirigido a la obtención de resultados de mejora de sus aspectos ambientales. Dicha norma establece los lineamientos para el plan de mejora medioambiental (Báscones et al., 2010).

Esta norma considera 12 indicadores, divididos en 5 indicadores de entrada, 6 indicadores de salida y un indicador de viabilidad- económica. Solo considera el consumo total de agua en sus indicadores y otro indicador a utilizar sería la viabilidad-económica (Báscones et al., 2010). Concluye que los factores clave difieren de manera significativa, ya que los obstáculos y beneficios percibidos de la adopción de los respectivos modelos por las empresas son similares (aunque su respectiva señalización y valor de mercado son diferentes). Además, la Dirección General de Empresa e Industria de la Unión Europea sugirió al Centro Europeo de Normalización que considerara el modelo Ekoscan como punto de referencia para definir los fundamentos de la futura norma ambiental ISO 14005 (Heras & Arana, 2010).

La norma ISO 14001 permite a las empresas demostrar su compromiso con la protección del medio ambiente mediante una gestión de los riesgos medioambientales asociados a su actividad desarrollada. Demuestra que las empresas que obtuvieron la certificación superan los beneficios de la comercialización y permiten obtener beneficios a largo plazo, como la prevención de riesgos ambientales, la protección del medio ambiente, la mejora de la imagen de la empresa. Entre las dificultades para la certificación incluye los elevados costos de certificación, los recursos humanos, las cuestiones de motivación y las dificultades para cambiar la cultura en la empresa (Santos et al., 2016).

La creación de la norma ISO 14046 permite evaluar la reducción de la huella hídrica si se aumenta la eficiencia hídrica de cada proceso de producción, mejorar la capacidad de tratamiento de las aguas residuales, reducir la huella hídrica de la cadena de suministro y tener en cuenta la sostenibilidad hídrica de la cuenca hidrográfica. Sin embargo, solo se enfoca en el volumen ignorando los impactos ambientales (Bai et al., 2018).

Dow Jones, desarrollo una metodología por medio de la organización *RobecoSAM*, llamada Índice *Dow Jones* de Sostenibilidad (DJSI), fue creada en 1999 utilizando como referencia la GRI, es aplicable a todos los sectores, se desarrollaron varios índices a las compañías con alto desempeño en diferentes ámbitos como el económico, social y ambiental. Se otorga una certificación únicamente si dichas compañías cotizan en bolsa. Se crearon en total 95 criterios, los cuales están subdivididos en las siguientes dimensiones (Hawn et al., 2018):

52 criterios de dimensión económica, 16 criterios de dimensión ambiental y 27 criterios de dimensión social (Hawn et al., 2018).

2.2 Modelo

El Centro Lowell para la Producción Sostenible (LCSP por sus siglas en inglés), propuso un modelo llamado Indicadores de Producción Sostenible (ISP por sus siglas en inglés) en el 2001. Se aplica al sector industria y agroindustrial, midiendo al producto y la empresa en su cumplimiento. Utiliza 22 indicadores, los cuales están divididos en 6 clasificaciones: 4 indicadores para energía y uso de materiales, 4 para medio ambiente,

3 para la medición del desempeño económico, 3 para desarrollo comunitario y justicia social, 5 indicadores de trabajadores y 3 de productos. El modelo se base en 9 principios (Veleva & Ellenbecker, 2001):

1. Los productos y empaque están diseñados para ser seguros y ecológicos a lo largo de sus ciclos de vida. los servicios están diseñados para ser seguros y ecológicamente sensatos.
2. Los desechos y subproductos ecológicamente incompatibles se reducen, eliminan o reciclan continuamente.
3. La energía y los materiales se conservan, y las formas de energía y materiales utilizados son los más apropiados para los fines deseados.
4. Las sustancias químicas, los agentes físicos, las tecnologías y las prácticas laborales que presentan riesgos para la salud humana o el medio ambiente son: continuamente reducidos o eliminados.
5. Los lugares de trabajo están diseñados para minimizar o eliminar los peligros físicos, químicos, biológicos y ergonómicos.
6. La administración está comprometida con un proceso abierto, participativo de evaluación y mejora continua, centrado en el largo plazo. Desempeño económico de la firma.
7. El trabajo está organizado para conservar y mejorar la eficiencia y la creatividad de los empleados.
8. La seguridad y el bienestar de todos los empleados es una prioridad, al igual que el desarrollo continuo de sus talentos y capacidades.
9. Las comunidades alrededor de los lugares de trabajo son respetadas y mejoradas económica, social, cultural y físicamente.

Entorno al cumplimiento de estos principios, se promovió la idea de que el uso de ISP no es estático, sino más bien un proceso continuo y evolutivo para establecer objetivos y medir el desempeño, el desarrollo sus indicadores mediante cinco niveles (Veleva & Ellenbecker, 2001).

Nivel 1: Cumplimiento de las instalaciones / Indicadores de conformidad.

Nivel 2: Uso del material de la instalación e indicadores de rendimiento.

Nivel 3: Indicadores de efecto de instalación.

Nivel 4: Indicadores de la cadena de suministro y del ciclo de vida del producto.

Nivel 5: Indicadores del sistema sostenible.

El Índice Compuesto de Desarrollo Sostenible (ICSD, por sus siglas en inglés), desarrollado por la Universidad de Maribor en Eslovenia el 2005, aplicable para todos los sectores. Con referencia en GRI, ISO 14001 y reglamento comunitario de Eco gestión y Eco auditoria (EMAS por sus siglas en inglés) (Krajnc & Glavič, 2005).

Para la ponderación de los indicadores se utilizó el modelo de proceso de jerarquía analítica, en base a este análisis se escogieron 38 indicadores divididos en: 6 indicadores económicos, 22 indicadores ambientales y 10 indicadores sociales. En el uso del agua se contemplan 2 indicadores, el consumo total de agua y el consumo total de agua por unidad de producto (Krajnc & Glavič, 2005).

El Índice de Rendimiento Compuesto de Sostenibilidad (CSPI por sus siglas en inglés), fue desarrollado en 2006 por el Centro de Ciencias Ambientales e Ingeniería de la ciudad de Bombay para su aplicación en la industria del acero (Singh et al., 2007).

Su desarrollo utiliza como referencia inicial la evaluación del ciclo de vida (LCA por sus siglas en inglés), el GRI y el ISO 14001 (Singh et al., 2007).

Este cuenta con 58 indicadores clasificados en: 15 indicadores ambientales, 14 indicadores de la sociedad, 5 indicadores económicos, 12 indicadores de aspectos técnicos, y 12 de gobernanza organizacional, en conjunto estos 58 indicadores se utilizan en un modelo matemático. Solo contemplan 1 indicador de agua: consumo total de agua por unidad de valor agregado y 3 indicadores de factores económicos y 2 de factores sociales los cuales miden indirectamente su relación con el agua, ya que se consideran todos los factores ambientales (Singh et al., 2007).

El modelo del flujo de procesos de materiales, energía y residuos (MEW, por sus siglas en inglés *Material, Energy and Waste*) para la búsqueda de una fabricación sostenible, utiliza mapas de flujo de procesos cualitativos de una instalación, en un caso de estudio, se recopilaron datos para construir un modelo de hoja de cálculo alineado con cada uno de los flujos de proceso del modelo MEW. El análisis cuantitativo proporcionó información detallada sobre los flujos del proceso MEW dentro del sistema y ayudó con la identificación y selección de mejoras en la eficiencia ambiental. Los puntos clave de aprendizaje a partir de la realización del análisis generaron un conjunto de directrices para ayudar al análisis de los sistemas de fabricación y el uso de flujo del proceso MEW. Utilizando como indicador el consumo de agua y planteando la reutilización del agua en otros subprocesos (Smith & Ball, 2012).

Boiral y Henry utilizaron un modelo de ecuaciones estructurales desarrollado a través de una encuesta de 303 organizaciones, este trabajo compara la validez del modelo ISO 14001 con dos modelos alternativos: el modelo basado en la legitimidad y el modelo híbrido. Los hallazgos cuestionan la eficiencia de ISO 14001 y muestran que el modelo tradicional no explica el desempeño ambiental de las organizaciones encuestadas. Los resultados del estudio muestran que el modelo basado en la legitimidad, que cuestiona

la eficiencia de la certificación ISO 14001, es más pertinente para explicar el desempeño ambiental, pero conduce a una visión bastante crítica de las prácticas de gestión. El modelo híbrido da como resultado una visión menos crítica y más pertinente de los determinantes del desempeño ambiental. Los resultados del estudio sugieren que este modelo híbrido proporciona el mejor ajuste de datos. Los indicadores utilizados son: el tipo de fuente de agua utilizada como entrada al sistema, en salida, las aguas residuales y sus contaminantes (Boiral & Henri, 2012).

Las principales limitaciones de este estudio permiten identificar algunas vías para explorar en futuras investigaciones. Esencialmente, este estudio está sujeto a posibles limitaciones en términos de validez interna y externa. Los estudios basados en muestras más grandes y más diversificadas posiblemente puedan demostrar la influencia de algunas variables contextuales (tamaño, sector de actividad) en el predominio de uno u otro modelo de desempeño (Boiral & Henri, 2012).

2.3 Metodología

La guía de indicadores medioambientales para la empresa fue desarrollada en conjunto por el gobierno vasco y alemán, a través de la Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco (IHOBE) en 1999, tomando como referencia el ISO 14001 y el reglamento comunitario de Eco gestión y Eco auditoria (EMAS por sus siglas en inglés). Basado en esto, plantearon el uso de 126 indicadores divididos en 43 indicadores ambientales, 28 económicos y 55 sociales. De la guía solo 9 indicadores consideran el aspecto hídrico, los cuales son: consumo total de agua; agua usada en enfriamiento; agua usada en procesos; otros usos de agua; porcentaje de recursos usados; descarga de agua total; consumo total de agua por unidad de producto; consumo total de agua por unidad de valor agregado; y costos total de agua (Ihobe, 1999).

El departamento de asuntos económicos y sociales de las Naciones Unidas (UN DESA por sus siglas en inglés), en el 2001, desarrolló la metodología Contabilidad de Gestión Ambiental (EMA por sus siglas en inglés), elaborado por la división para el desarrollo sostenible de las Naciones Unidas (UN DSD) y aplicable para todos los sectores. Con referencia del ciclo de vida del producto (LCA por sus siglas en inglés), ISO 14031 y el ISO 14040, se buscó un enfoque combinado que proporcione la transición de datos de contabilidad financiera, contabilidad de costos y balances financieros para aumentar la eficiencia de los materiales, reducir los impactos y riesgos ambientales y reducir los costos de la protección ambiental (Jasch, 2003).

La EMA es realizada por corporaciones privadas o públicas, pero no por naciones y tiene un componente financiero y físico. Contiene 22 categorías de costos dividido en: 7 categorías para tratamiento de residuos y emisiones; 5 categorías en prevención y gestión ambiental; 6 categorías en valor de compra de material de producción no productiva; 1 categoría de costos de procesamiento de la producción del no producto; y

3 categorías en ingresos ambientales. Los indicadores que implican el uso del agua, incluyen el costo total del agua y otros 5 indicadores económicos (Jasch, 2003).

Otra metodología importante para este tema fue la desarrollada por el Instituto Tellus en 1991 es una herramienta financiera aplicada en la preparación de negocios integrales considerando una gama distinta de costos. La metodología es útil para medir las ganancias financieras de los proyectos asociados con el enfoque de prevención de la contaminación. Se tomó como referencia el ISO 14031 y el reglamento comunitario de EMAS. Se plantearon 5 tipos de costos: costos directos; costos indirectos; gastos futuros y pasivos contingentes; costos internos intangibles; y costos externos. Se manejan costos ambientales y costos sociales. De la cual, solo 3 indicadores de costos ambientales y 4 de costos sociales son referentes en aspectos hídricos. Si bien estos contemplan los factores ambientales en general, se adaptaron para plantear al final del análisis de este capítulo, indicadores especializados en el área de gestión del agua (Amaral, 2008).

Por otra parte la metodología llamada orientación sobre indicadores de responsabilidad corporativa en informes anuales, desarrollada por la conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), elaborada en 2008, se usó como referencia el GRI, aplicado para todos los sectores, contiene 21 indicadores divididos en: 4 indicadores en comercio, inversiones y vínculos; 4 indicadores de creación de empleo y prácticas laborales; 3 indicadores de tecnología y desarrollo de recursos humanos; 2 de indicadores de salud y seguridad; 2 indicadores de contribuciones del gobierno y la comunidad; 1 indicador de corrupción; y 5 indicadores de eco eficiencia. Aplicable en el ámbito del agua, solo se tiene un indicador, en consumo total de agua por unidad de valor agregado (ONU, 2008).

En todo proyecto se debe de considerar la metodología de análisis costo-beneficio, es parte de la viabilidad económica, para ello se requiere conocer las áreas de oportunidad y áreas de mejora, para proceder a la evaluación. Este análisis comprende una proyección del ahorro estimado del agua, además de las propuestas de mejoras a implementar para la solución del problema. Para la elección de un proyecto, entre varias propuestas, el indicador Beneficio/Costo (B/C) con valor mayor a 1 muestra una viabilidad económica que junto con la comparación de los costos de inversión ayudan en la selección. (Lara & Franco, 2017).

La empresa Michelin desarrolló su propia metodología usando como referencia el GRI, cuyo objetivo es proporcionar un marco de presentación de informes que sea estandarizado, confiable y creíble, ISO 14001 y el ISO 26000 impulsando el desarrollo de nuevas políticas de responsabilidad social corporativa, incluida la nueva política de salud del grupo y los nuevos principios de compras de Michelin, aplicable para el sector automotriz. Cuenta únicamente con 16 criterios de evaluación, de estos criterios se consideran 18 indicadores ambientales, 11 sociales y 1 económico; solo en uso de agua

se tiene consumo total de agua y 4 criterios sociales, aplicables en el uso dentro de la industria (Baker et al., 2018).

2.4 Método.

Método BASF. La empresa química BASF (Shonnard et al., 2003) en 1996 desarrolló un método para el cálculo de una ponderación de impacto ambiental, utilizaron como referencia el ciclo de vida del producto, ISO 14040, ISO 14043 y los 12 principios de la ingeniería verde de Anastas y Zimmerman (Anastas & Zimmerman, 2007).

En esta ponderación se asigna valores a los 6 factores planteados (consumo de energía, materia prima, uso de suelo, emisiones, potencial de toxicidad y potencial de riesgos), donde la suma total debe dar 100%, el valor que resulte se tabula contra los costos totales de las alternativas. En este método se utilizó el análisis de costos de materiales y costos de la alternativa, es aplicable para la industria química (Shonnard et al., 2003).

Para identificar estos indicadores, utilizaron el concepto aceptado de sostenibilidad. En el cual, las principales preocupaciones son el impacto ecológico, el desarrollo económico y la equidad social. Esos indicadores que afectan directamente estas tres preocupaciones simultáneamente son indicadores de sostenibilidad. En el cual consideran los indicadores destacados utilizados: uso de energía no renovable, uso de materiales, generación de desechos, dispersión de contaminantes, uso de agua limpia y costos (Sikdar, 2003).

Método $\Sigma wesh$. Tiene dos beneficios principales, primero, la evaluación puede usarse como un índice de sostenibilidad ambiental de un solo número; en segundo lugar, los puntajes de evaluación se pueden usar para varias comparaciones, que incluyen análisis de corte transversal, análisis de series de tiempo y planificación de la gestión (Graedel & Howard-Grenville, 2005).

Este método ofrece la ventaja de comparar entre diferentes instalaciones, así como la comparación de las mismas instalaciones antes y después de las mejoras. Una instalación de alta puntuación simplemente cumple con los requisitos de la metodología de evaluación de $\Sigma wesh$ para la sostenibilidad (Graedel & Howard-Grenville, 2005).

Los cuatro niveles de la evaluación $\Sigma wesh$ tienen el mismo peso y valen 25 puntos cada uno. Los niveles de agua y energía se puntúan de manera similar. Se tienen dos enfoques alternativos. En el primero, se asigna un puntaje en función de la ubicación de los símbolos de agua y energía en las matrices respectivas. En el segundo enfoque, se llega a un indicador un poco más complejo, pero probablemente preferible. A las seis evaluaciones, cada una para energía y agua, se les asigna cero puntos por baja sostenibilidad, un punto por sostenibilidad media y dos puntos por alta sostenibilidad. Luego se agregan las puntuaciones de puntos y el total se convierte a la escala de 25

puntos mediante. Dicho método fue creado en 1995, aplicable para la industria (Graedel & Howard-Grenville, 2005).

Método *Swiss Ecological Scarcity*. Se introdujo por primera vez en 1990 y se actualizó en 1997 aunque sigue actualizándose de forma continua hasta hoy. Además, también se consideran revisiones estándar de ISO y desarrollos recientes en el conocimiento científico sobre los efectos ambientales. Los principios básicos del método son la medición de la escasez ambiental con la ayuda de los actuales flujos de contaminantes (y recursos) y los flujos máximos permitidos (llamados críticos). Ambos permanecieron intactos en esta nueva actualización (Frischknecht et al., 2006).

Sin embargo, la fórmula se modificó ligeramente para cumplir con los requisitos ISO y permitir una interpretación más flexible de los términos. Las posibilidades de la fórmula revisada se presentan en el ejemplo del nuevo eco-factor de recursos de agua dulce. Los principales cambios en los resultados de la evaluación de impacto se destacan utilizando ejemplos del sector agrícola e industrial. La nueva estructura permite su uso para el método de escases ecológica 2006 en estudios que cumplen con ISO (Frischknecht et al., 2006).

Método LCA. En este método la perspectiva del ciclo de vida del producto y los problemas de cantidad de agua están estrechamente interrelacionados con los aspectos de calidad del agua. Se revelan los intercambios entre los aspectos relacionados con el uso del agua dulce y otros problemas ambientales multifacéticos durante todo el ciclo de vida del producto y en diferentes regiones. El autor cree que, en principio, todas las cifras informadas hasta ahora sobre el uso de agua dulce son intrínsecamente incorrectas debido al esquema de informes armonizado y ampliamente aceptado. En el futuro, se debe alcanzar una estrecha convergencia de los datos proporcionados por los sistemas de gestión ambiental orientados al sitio y las necesidades de datos para los inventarios adecuados del ciclo de vida (Koehler, 2008).

Método de Desempeño Ambiental Sostenible. El Centro de Integración e Intensificación de Procesos de Hungría en 2010, desarrolló el Índice de Desempeño Ambiental Sostenible (SEPI, por sus siglas en inglés), se usó como referencia el ciclo de vida del producto, además trabaja en conjunto con un mapa de estrategia de desempeño ambiental (EPSM, por sus siglas en inglés). El EPSM está basado en diferentes tipos de huellas (huella de carbón, huella hídrica, huella energética, huella de emisiones y huella de ambiente de trabajo), además del mapeo de cada huella, se realiza una lista de materiales ambientales y en ella se asignan cada indicador y se le da una ponderación de rendimiento. El único indicador aplicable al modelo planteado es el consumo de agua. Este enfoque guía al profesional directamente hacia aquellos elementos del proyecto, (materiales, etapas del proceso) que más contribuyen a la carga ambiental final. Se ha demostrado su aplicación en las actividades industriales (De Benedetto & Klemeš, 2010).

Método ReCiPe. El Instituto Nacional de Salud Pública y Medio Ambiente de Holanda (RIVM, por sus siglas en inglés), desarrollaron en 2008 el método llamado *ReCiPe*, el cual es una evaluación de impacto (LCIA, por sus siglas en inglés) en un ciclo de vida del producto. La evaluación del impacto del ciclo de vida (LCIA) traduce las emisiones y las extracciones de recursos en un número limitado de puntajes de impacto ambiental mediante los llamados factores de caracterización, calculando 18 indicadores de punto medio y 3 indicadores de punto final. Los indicadores de punto medio se centran en problemas ambientales únicos, por ejemplo, consumo total de agua. Los indicadores de punto final muestran el impacto ambiental en tres niveles de agregación más altos, siendo (Goedkoop et al., 2013):

- 1) El efecto en la salud humana.
- 2) La biodiversidad.
- 3) La escasez de recursos.

La conversión de puntos medios a puntos finales simplifica la interpretación de los resultados de LCIA. Sin embargo, con cada paso de agregación la incertidumbre en los resultados aumenta (Goedkoop et al., 2013).

Angelakoglou & Gaidajis, realizaron una revisión exhaustiva de los métodos disponibles que las industrias pueden aplicar potencialmente para respaldar la evaluación de su sostenibilidad ambiental. El documento ofreció una visión general completa de los métodos existentes, analiza su adecuación, identifica las direcciones futuras críticas y proporciona orientación adicional a los industriales e investigadores que deseen evaluar y mejorar la sostenibilidad ambiental de un sistema industrial (Angelakoglou & Gaidajis, 2015).

En la revisión identificaron 48 métodos que se clasificaron en 6 categorías para facilitar su análisis: individual/conjunto de indicadores; índices compuestos; índices de inversión socialmente responsables; análisis de flujo de materiales y energía; análisis del ciclo de vida; y contabilidad ambiental. Se extrajeron los atributos clave de cada método, mientras que se establecieron cinco criterios para evaluar las categorías seleccionadas: capacidad de promover acciones de mejora, ayudar a la toma de decisiones, potencialidad para la evaluación comparativa, aplicabilidad y facilidad de uso e integración de características espaciales y temporales más amplias. Los resultados han indicado que todavía hay un potencial notable en el aumento de la eficiencia de las evaluaciones de sostenibilidad ambiental de los sistemas industriales. El alcance de la evaluación varía considerablemente entre los diferentes métodos (Angelakoglou & Gaidajis, 2015).

Los métodos examinados abordan más de 140 problemas ambientales diferentes para evaluar los aspectos ambientales de la sostenibilidad. El uso del agua, huella hídrica, contaminantes, eco toxicidad del agua, eutrofización del agua y agotamiento del agua dulce (Angelakoglou & Gaidajis, 2015).

2.5 Indicadores.

En Brasil se crearon un conjunto de Indicadores de Responsabilidad Social Empresarial, a través del Instituto *Ethos* en el 2004, tomando como referencia el ISO 14031 y el reglamento EMAS. Se desarrollaron un conjunto de 40 indicadores divididos en: 6 indicadores de valores, transparencia y gobernanza; 13 referente al personal; 5 de medio ambiente; 4 de proveedores; 3 de consumidores y clientes; 4 de la comunidad; y 5 de gobierno y sociedad. Estos indicadores permitieron incentivar el crecimiento de la responsabilidad social corporativa y crear las condiciones para que el país sea internacionalmente competitivo y sostenible en las áreas financiera, social y ambiental. Sin embargo, el único indicador referente al uso de agua, es el consumo total de agua (Young, 2004).

Huella hídrica. El Dr. Arjen Y. Hoekstra, con el Instituto para la Educación del agua IHE Delft, calculó el agua virtual de un producto, el cual luego se definiría como Huella Hídrica, esta "cuantifica la cantidad de agua que se consume y contamina al hacer un producto, a lo largo de toda la cadena de suministro" e "indica la cantidad de agua que produce, dónde se usa, y si se usa de una forma sostenible". Creado el concepto en 2002, dicho indicador es aplicable a toda una empresa, un producto, a un país o las importaciones de cierto producto o material de un país a otro. Considera integralmente todos los procesos, directo e indirectos que intervienen en un producto, solo se debe definir los alcances y límites del estudio. Por ejemplo, el cálculo para integrar la huella hídrica podría incluir, los factores que intervienen hasta para poner el producto en anaquel, o bien hasta que termina de ser entarimado dentro de la planta de producción (Chapagain & Hoekstra, 2008).

Indicador de desempeño. La Universidad de Adelaide en el 2009 desarrolló un indicador, mediante la utilización del cuadro de mando integral y el ISO 14001, el cual mide el desempeño de la organización, dicho indicador de desempeño cuenta con 25 índices, los cuales están divididos en: 5 ambiental, 5 de carácter social, 5 de carácter económico, 5 de proceso interno y 5 referentes a los clientes y el mercado. En este proceso, se le asigna una puntuación de 1 a 5 a cada valor, se realiza un promedio de cada categoría y al final un promedio general. Los índices aplicables a la gestión del agua son; el consumo total de agua por unidad de producto, uno económico-ambiental, dos socioeconómico y uno referente a la temática social. La desventaja del indicador de desempeño, es que solo se puede comparar con la misma organización en un periodo de tiempo (Hubbard, 2009).

Índice de sostenibilidad. El Instituto para la Sostenibilidad en New York, USA, creó un índice de sostenibilidad mediante la creación de 23 criterios de evaluación divididos por: 5 criterios de compromisos estratégico con la sostenibilidad, 4 compromisos de innovación en sostenibilidad, 3 compromisos de rendimiento ambiental, 3 compromisos

de rendimiento de seguridad, 3 compromisos de administración de productos, 3 compromisos de responsabilidad social y 2 compromisos de gestión de la cadena de valor. El índice de sostenibilidad permite evaluar el desempeño de la sostenibilidad de la empresa con 7 indicadores claves mencionados anteriormente, los cuales ayudan a comprender como los esfuerzos de sostenibilidad de una empresa son percibidos en la comunidad, los accionistas y clientes. De los criterios utilizados solo uno considera al agua, medido como el consumo total de agua (Sacramento-Rivero, 2012).

Indicador para la fabricación sostenible. Mediante la categorización de los indicadores de sostenibilidad en cinco dimensiones: administración ambiental, crecimiento económico, bienestar social, avance tecnológico y gestión del desempeño. Proporcionan un acceso fácil a los fabricantes, así como para los académicos, para conocer los indicadores actuales y las medidas de sostenibilidad. Además, los indicadores son cuantificables y están claramente relacionados con la fabricación. En el caso del agua corresponde a la contaminación y su consumo (Joung et al., 2013).

Indicador de “intensidad del agua”. Los indicadores de sostenibilidad ofrecen una solución simple y asequible para evaluar rápidamente la sostenibilidad; sin embargo, han sido empleados raramente en el nivel de proceso. A medida que aumenta la conciencia ambiental y social en la ingeniería de producción, la sostenibilidad en los procesos discretos de fabricación debe controlarse y mejorarse. El procedimiento se llevó a cabo en una empresa de molienda, se utilizó el indicador mencionado como "intensidad del agua", en dicho análisis se incluye el agua utilizada como lubricante/refrigerante y posibles procesos de limpieza posteriores (Linke et al., 2013).

Índice de escasez de agua. Es un método sencillo para evaluar la escasez de agua teniendo en cuenta tanto la cantidad como la calidad del agua. Se utilizó para describir la gravedad del problema, lo que puede ayudar a comunicar la situación a un público más amplio. Analizaron la tendencia histórica de la escasez de agua para la ciudad de Beijing en China durante 1995-2009. Los resultados mostraron que Beijing hizo un gran progreso en la mitigación de la escasez de agua, y que desde 1999 hasta 2009 el índice de escasez de agua azul y gris disminuyó en un 59% y 62%, respectivamente. Estos logros se realizaron a través de grandes esfuerzos de las medidas de ahorro de agua y tratamiento de aguas residuales. A pesar de este progreso, se demostró que Beijing todavía se caracteriza por tener un problema en la escasez de agua debido a la cantidad y calidad del agua. El índice de escasez de agua se mantuvo en un valor de 3,5, el índice azul de 1.2 y el índice gris de 2.3 en 2009 (superior a los umbrales de 0.4 y 1 respectivamente). Como resultado del uso insostenible del agua y la contaminación, los niveles de aguas subterráneas siguen disminuyendo, y la calidad del agua muestra una tendencia continua al deterioro. Para frenar esta tendencia, las políticas futuras de agua deberían disminuir aún más la extracción de agua de fuentes locales (en particular las aguas subterráneas) en Beijing, y deben limitar la huella hídrica gris (Zeng et al., 2013).

Evaluación del impacto del ciclo de vida (LCIA). Se implementó como una herramienta adicional de la evaluación de impacto ambiental (EIA, por sus siglas en inglés) para la gestión ambiental, la cual identifica, predice, evalúa y mitiga el impacto ambiental de las propuestas de desarrollo. En el proceso de EIA, se espera que sus informes, delinear el impacto ambiental, pero en la práctica generalmente determinan si las cantidades o concentraciones de contaminantes cumplen con los estándares relevantes. En la práctica, muchas herramientas analíticas pueden mejorar el análisis del impacto ambiental en los informes de EIA, como la evaluación del ciclo de vida (LCA) y la evaluación del riesgo ambiental (ERA, por sus siglas en inglés). La evaluación del impacto del ciclo de vida (LCIA) es uno de los pasos en LCA que tiene en cuenta las relaciones causales entre los peligros ambientales y los daños. La incorporación del concepto de LCIA en una ERA como una herramienta integrada para la preparación de informes de EIA extiende el enfoque de los informes de cumplimiento normativo del impacto ambiental, para determinar la importancia del impacto ambiental.

A veces, cuando se usan herramientas integradas, es necesario considerar situaciones difusas, debido a la falta de información suficiente; por lo tanto, la ERA debe generalizarse a una evaluación de riesgo difuso (FRA, por sus siglas en inglés). Por lo tanto, este documento propone la integración de un LCIA y un FRA como una herramienta de evaluación para la preparación de informes de EIA, mediante el cual el LCIA identifica claramente el vínculo causal del daño-vía-receptor-daño y luego explica mejor la importancia del impacto; además, un FRA hace frente a situaciones difusas y probabilísticas en la evaluación de la severidad de la contaminación y la estimación de la probabilidad de exposición. Finalmente, el uso de la metodología propuesta se demuestra en un estudio de caso del plan de expansión para la fábrica de procesamiento de plásticos más grande del mundo (K. F. R. Liu et al., 2013).

Índices de control de asignación. Con el fin de lograr la gestión de los recursos hídricos en la provincia de Sichuan, se recopilaron datos relevantes al Informe de Planificación Integral de la Cuenca del Río en la provincia de Sichuan y datos relevantes a 21 ciudades del estado de la provincia de Sichuan, así como los recursos hídricos tales como, el volumen y la calidad. Con los datos recopilados se calculó el agua superficial disponible y los recursos hídricos disponibles de toda la provincia; los usos del agua, el uso eficiente del agua, se analizó el consumo de agua de Sichuan y de las demás ciudades; la demanda de recursos de agua (incluidas las zonas urbanas, rurales), la producción (incluido el riego agrícola, plantaciones, pastos, pesca, ganados, la industria, la industria de la construcción y la industria terciaria) se revisó el entorno ecológico, se calcularon los índices de control de la asignación total de agua. De este modo, se proporcionó la base científica para la aplicación de la gestión de los recursos hídricos (Yang et al., 2014).

GRI. El análisis el uso adecuado de los indicadores de desempeño ambiental y conocer las diferencias en el uso de estos indicadores de acuerdo con sus características y

también con el tamaño de las empresas encuestadas. La medición de estos indicadores de manera efectiva ha sido un desafío para las organizaciones. Un aspecto crucial para lograr esta tarea es la definición y el uso adecuados de los indicadores de desempeño ambiental (EPI). El estudio tiene como base los EPI propuestos por el GRI y se realizó a través de una encuesta. La muestra llegó a 149 empresas en el sector industrial en el estado de Sao Paulo, Brasil. Los principales resultados sugieren diferentes usos para los EPI, con énfasis en los más directamente vinculados a los costos directos productivos y también han mostrado diferencias en su uso entre empresas más pequeñas y más grandes. El indicador de aspecto ambiental referente al agua propuesto por la GRI es el porcentaje y volumen total de agua tratada y reusada (Hourneaux et al., 2014).

Índice de capacitación sostenible. Mediante la exploración de los factores de capacitación en el uso del agua sostenible. De acuerdo a esto plantean las siguientes hipótesis (Moretti & Markič, 2015):

Hipótesis 1: La gestión de la capacitación, por medio del apoyo de capacitación de compañeros de trabajo e incentivos por el uso de sus habilidades adquiridas durante el entrenamiento afecta en el uso sostenible del agua (Moretti & Markič, 2015).

Hipótesis 2: El entrenamiento afecta en la eficiencia técnica y del empleado (Moretti & Markič, 2015).

H2a: El entrenamiento del uso de agua sostenible afecta en la eficiencia técnica.

H2b: El entrenamiento del uso de agua sostenible afecta en la eficiencia del empleado.

Herramienta de evaluación de producción. Elaboraron una herramienta de evaluación adecuada para la situación actual de producción de los productos industriales, es decir, una herramienta de gestión del agua de los productos industriales, que incluyó dos partes: el uso directo de agua causada por el proceso de producción de los productos industriales y de uso indirecto del agua causado por la energía y el material utilizado durante la producción. Cada parte contiene tres indicadores: extracción de agua, consumo de agua y asimilación de agua. Se aplicó la herramienta en la industria textil y de prendas de vestir para calcular el consumo de agua de la pantalla y telas de impresión digital, así como los procesos de producción de ambas telas de impresión. Los resultados mostraron que la herramienta puede resaltar el proceso de producción intensiva de agua y la producción, lo que puede ayudar a las empresas que adopten medidas efectivas y concretas para ahorrar agua y reducir la contaminación (Chen et al., 2015).

Indicador de productividad del agua. Se realizó un análisis de factibilidad productiva física y económica, donde plantean la productividad como la cantidad de producto por una unidad de agua y la eficiencia como la cantidad de agua utilizada por una unidad de producto, el análisis a destacar en esta investigación es que se encontró que la productividad económica del trigo es menor comparado a otras regiones, donde se destaca la necesidad de realizar ajustes en los incrementos de rendimientos del uso del

agua en este sector, principalmente con sus técnicas de riego, con esto para minimizar los consumos de agua (Ríos Flores et al., 2016).

Ciclo de vida medioambiental. Se analizaron los impactos ambientales del ciclo de vida de la cerveza y sus costos de producción y consumo en Reino Unido, el análisis se realizó para dos unidades funcionales: (i) producción y consumo de un litro de cerveza en el hogar y (ii) producción y consumo anual de cerveza en el Reino Unido. El límite del sistema es desde la cuna hasta la tumba. Los impactos del ciclo de vida han sido estimados siguiendo las pautas en ISO 14040/44; la metodología para calcular el costo del ciclo de vida es congruente con el enfoque del LCA. Los datos primarios se han obtenido de un fabricante de cerveza; los datos secundarios se obtienen de las bases de datos CCaLC, Ecoinvent y GaBi. GaBi 4.3 se ha utilizado para el modelado del LCA y los impactos ambientales se han estimado de acuerdo con el método de CML 2001 (Amienyo & Azapagic, 2016).

Según el tipo de envase (botellas de vidrio, latas de aluminio y acero), 1 litro de cerveza requiere, por ejemplo, 10.3–17.5 MJ de energía primaria y 41.2–41.8 l de agua, emite 510–842 g de CO₂ y tiene los costos de ciclo de vida de 12.72 a 14.37 peniques. Extrapolar los resultados al consumo anual de cerveza en el Reino Unido se traduce en una demanda de energía primaria de más de 49,600 TJ (0.56% del consumo de energía primaria del Reino Unido), un consumo de agua de 1.85 billones de hectolitros (5.3% de la demanda del Reino Unido), emisiones de 2.16 mt CO₂. (0,85% de las emisiones del Reino Unido) y los costos del ciclo de vida de 553 millones de euros (3,2% del valor de mercado de la cerveza del Reino Unido). La producción de materias primas es el punto principal, que contribuye del 47 al 63% a los impactos y del 67% a los costos del ciclo de vida. El empaque agrega 19 a 46% a los impactos y 13% a los costos (Amienyo & Azapagic, 2016).

La cerveza en latas de acero tiene los impactos más bajos en 5 de las 12 categorías de impactos consideradas: demanda de energía primaria, agotamiento de los recursos abióticos, acidificación, toxicidad marina y de agua dulce. La cerveza embotellada es la peor opción para nueve categorías de impacto, incluido el calentamiento global y la demanda de energía primaria, pero tiene el potencial de toxicidad humana más bajo. La cerveza en latas de aluminio es la mejor opción para el agotamiento de la capa de ozono y el smog fotoquímico, pero tiene el mayor potencial de toxicidad humana y marina (Amienyo & Azapagic, 2016).

Evaluación del ciclo de vida social (SLCA). Se realizó un análisis de la perspectiva histórica sobre las ideologías de la ingeniería de la sostenibilidad. Durante la década de 1990 se desarrollaron dos ideologías distintas de ingeniería de la sostenibilidad: una que enfatiza la innovación en ingeniería y la otra que enfatiza el cambio sociocultural. La ideología del cambio tecnológico de la sustentabilidad se refiere a la reforma de ingeniería controlada y dirigida por los propios ingenieros; en otras palabras, las prácticas

tecnológicas pueden mejorarse a través de la aplicación de la experiencia. La ideología de la sostenibilidad de la tecno política se trata del desafío de la ingeniería; pone más énfasis en la transferencia de experiencia del modelo existente de ingeniería y sociedad, y cuestiona los valores dominantes de la práctica de la ingeniería. El desarrollo de la evaluación del ciclo de vida social (SLCA) resalta cómo la dialéctica entre sostenibilidad e ingeniería se ha definido en gran medida por la ideología del cambio tecnológico (Sakellariou, 2018).

Dicho análisis proporcionó evidencia histórica sobre los roles de los actores e instituciones clave en la adaptación de la perspectiva del ciclo de vida y la Responsabilidad Social Corporativa (RSC) al desarrollo sostenible. Para este análisis se basaron en datos históricos, así como en 30 entrevistas en profundidad semiestructuradas con expertos de LCA y SLCA de América del Norte y Europa. Otros datos primarios se recopilaron a partir de la observación participante en los seminarios y seminarios web de SLCA. El SLCA es una fe compartida en la tecnología como la solución. Al mismo tiempo, existe una creciente apreciación entre los defensores de SLCA de que dicha tecnología debe interpretarse de manera más crítica. Aunque sigue siendo una corriente subalterna dentro de LCA, SLCA es una evidencia de cómo el cambio tecnológico y la tecno política están comenzando a converger e influirse entre sí, una sonda hacia una forma más reflexiva de discurso de ingeniería y hacia la formación de una nueva ideología de sostenibilidad híbrida (Sakellariou, 2018).

El autor sostiene que el SLCA, es un híbrido ideológico donde hay muchos puntos de disidencia y desacuerdo, pero también algunas alineaciones fundamentales entre quienes ven la ingeniería como técnicas y quienes creen que la ingeniería debe ser contextualizada social y políticamente. Sin embargo, aun cuando los conceptos de desarrollo sostenible, RSC y LCA proporcionan el molde intelectual e institucional dentro del cual se puede concebir SLCA, estos conceptos también pueden ocultar la historicidad de la ingeniería de sostenibilidad (Sakellariou, 2018).

S-LCA. Este artículo analizó críticamente los elementos más importantes que afectan la meta y el alcance y la fase de inventario de S-LCA, en el sector automotriz, con el objetivo final de desarrollar un enfoque estructurado para guiar a los profesionales en la aplicación crítica de S-LCA (Zanchi et al., 2018).

Las cuestiones metodológicas y prácticas que afectan a S-LCA se han organizado en un mapa conceptual, en el que todos los elementos se colocan secuencialmente. Esta secuencia es un procedimiento ordenado que consiste en varios nodos que representan puntos cruciales donde se debe tomar una decisión o es necesaria una reflexión adicional. Los estudios de caso del sector automotriz y los documentos relacionados con la empresa también se han utilizado para la discusión de los nodos de mapas conceptuales para identificar qué aspectos ya están cubiertos por la literatura y cuáles necesitan más investigación (Zanchi et al., 2018).

Enfrentar la fase de inventario de S-LCA también debe establecer elementos específicos de la fase de objetivo y alcance, que son fundamentales para abordar de manera coherente el sistema de producto disponible y para respaldar la selección de partes interesadas, indicadores y datos. Además, para fomentar las aplicaciones de S-LCA y convertirlas en una herramienta robusta de apoyo a la toma de decisiones, los autores sugieren redefinir su marco y enfoque de acuerdo con la perspectiva organizacional, según lo establecido en la reciente Huella Ambiental de la Organización y el ACV Organizacional. Esto implica que los aspectos sociales se evaluarán tanto en relación con el comportamiento de la organización como con la cesta de productos, conciliando así la necesidad de mantener unida la perspectiva de la conducta de una empresa, típica de las evaluaciones sociales, y el enfoque orientado al producto, inherente al ciclo de vida y en particular al concepto de unidad funcional (Zanchi et al., 2018).

2.6 Síntesis.

En base a lo recabado en el estado del arte, se analizaron y evaluaron los indicadores de acuerdo a los siguientes criterios:

- Tipos de indicadores.
- Clasificación: Estándar, Modelo, Metodología, Método y Reporte (Indicadores).

Tabla 2. 2. Resumen de literatura

Estándares	(Bai et al., 2018), (Hawn et al., 2018), (Santos et al., 2016), (Heras & Arana, 2010), (Báscones et al., 2010), (Iraldo et al., 2009), (Finkbeiner et al., 2006), (Labuschagne et al., 2005), (Hedberg & Von Malmborg, 2003), (Chin, 1999).
Modelos	(Tanner et al., 2018), (van Bommel, 2018), (Xie et al., 2018), (Fritz et al., 2017), (Helleno et al., 2017), (Meneses et al., 2017), (Pfister et al., 2017), (Pilouk & Koottatep, 2017), (Severo et al., 2017), (Trianni et al., 2017), (Alnouri et al., 2016), (Cherrafi et al., 2016), (Colla et al., 2016), (Zimmer et al., 2016), (Bernardo et al., 2015), (Brandenburg & Rebs, 2015), (Seay, 2015), (Bernardo, 2014), (Carvalho et al., 2014), (Garrido-Baserba et al., 2014), (Pandian, 2013), (Aviso et al., 2011), (de Faria et al., 2009), (Dvarioniene & Stasiskiene, 2007), (Heather & Bridgeman, 2007), (Singh et al., 2007), (Schmiedeknecht, 2013), (Krajnc & Glavič, 2005), (Rodríguez, 2005), (Booyesen, 2002), (Jaffe & Al-Jayyousi, 2002), (Veleva & Ellenbecker, 2001), (Beaver & Beloff, 2000), (Nobel & Allen, 2000), (Almató et al., 1999), (Spangenberg & Bonniot, 1998), (Marín, 1997), (Narodoslawsky & Krotscheck, 2004).
Metodologías	(Romero & Carnero, 2019), (Baker et al., 2018), (Oțoiu & Grădinaru, 2018), (Souza et al., 2018), (Lara & Franco, 2017), (Owusu-Sekyere et al., 2017), (Thiede et al., 2017), (Walsh et al., 2017), (Zhang et al., 2017), (De-León Almaraz et al., 2016), (Gaidajis & Angelakoglou, 2016), (L. Liu et al., 2016), (Martins & Fortunato, 2016), (Pham et al., 2016), (Walsh et al., 2016), (Li et al., 2015), (Mueller et al., 2015), (Mughees & Al-Ahmad, 2015), (Faulkner & Badurdeen, 2014), (Agana et al., 2013), (Barrington et al., 2013), (De Oliveira, 2013), (Jacquemin et al., 2012), (Klemes, 2012), (Traverso et al., 2012), (Amaral, 2008), (Tugnoli et al., 2008), (United Nations Pubns., 2008), (Bösch et

	al., 2007), (Ullmer et al., 2005), (Khan et al., 2004), (Narodoslawsky & Krotscheck, 2004), (Jasch, 2003), (Jolliet et al., 2003), (Bare, 2002), (Atkisson & Hatcher, 2001), (Khan et al., 2001), (Azapagic & Perdan, 2000).
Métodos	(Grönlund, 2019), (Kaklauskas et al., 2018), (Marzullo et al., 2018), (Yao et al., 2018), (Gan et al., 2017), (Mahjouri et al., 2017), (Mustapha et al., 2017), (Shao et al., 2017), (Hosnar & Kralj, 2016), (Zhao et al., 2016), (Salvati & Carlucci, 2014), (Goedkoop et al., 2013), (Saurat & Ritthoff, 2013), (Silva et al., 2013), (Boix et al., 2012), (Kim, 2012), (Gao et al., 2011), (De Benedetto & Klemeš, 2010), (Ataei et al., 2009), (Anastas & Zimmerman, 2007), (Graedel & Howard-Grenville, 2005), (Sciubba & Ulgiati, 2005), (Lawn, 2003), (Shonnard et al., 2003).
Reporte (Indicadores)	(Beekaroo et al., 2019), (Skouteris et al., 2018), (de Guimarães et al., 2017), (Brown et al., 2014), (Hubbard, 2009), (Chapagain & Hoekstra, 2008), (Haberl et al., 2004), (Young, 2004), (Sikdar, 2003), (Barrera-Roldán & Saldívar-Valdés, 2002), (Kaly et al., 1999).

En total se revisaron 120 distintas metodologías, de las cuales se aceptaron 22, se rechazaron 61 y se relocalizaron 37. En la síntesis de revisión se cambió el nombre de indicadores (sección 2.5) a Reporte, debido a que así se presenta en la información final (ver tabla 2.1 y figura 2.1).

La literatura sobre áreas en particular, como en acuíferos, o datos muy puntuales de medición, se rechazó debido a que no son aplicables a la industria.

El criterio de aceptación de esta preselección fue que contaran con indicadores en el ámbito social, económico y ambiental.

La literatura que se relocalizo fue la que no contaba con indicadores, lineamientos o directrices a seguir, como lo son criterios de evaluación para sistemas ambientales o los programas de prevención de la contaminación.

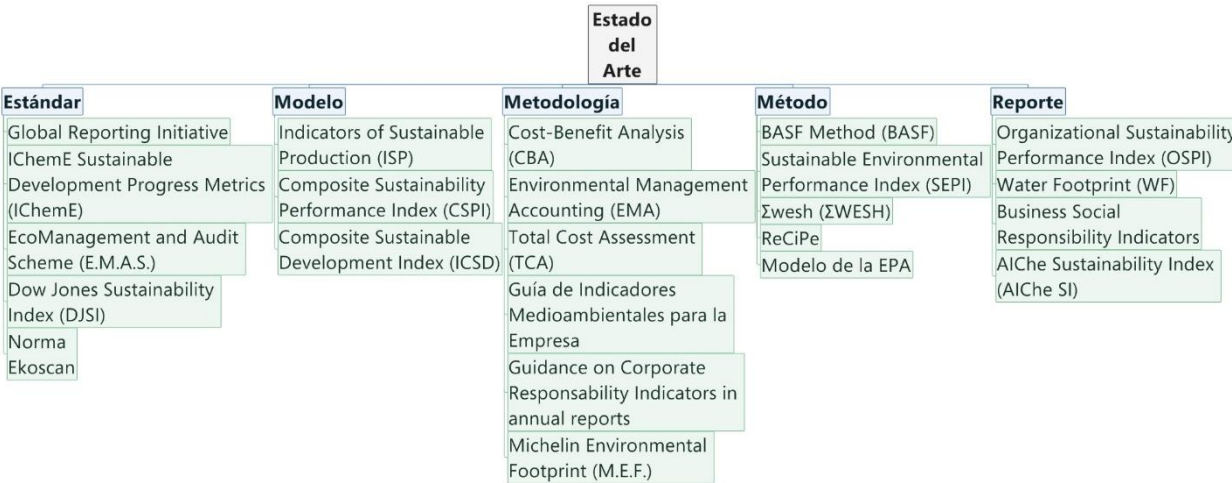


Figura 2.1 Análisis y Evaluación de Indicadores.

2.7 Global Reporting Initiative

En su reporte el GRI, presenta los lineamientos para ayudar a las organizaciones a decidir que incluir en su informe.

Los lineamientos del reporte para definir la calidad de éste guían a las elecciones para asegurar el cumplimiento de un reporte de sostenibilidad.

Entre otros detalles, el informe debe contener los siguientes temas:

1. Reflejar los impactos económicos, ambientales y sociales significativos de la organización informante.
2. Influir sustancialmente en las evaluaciones y decisiones de los interesados.
3. Los impactos se refieren a los efectos en la economía, el medio ambiente y/o la sociedad (no se centra en los impactos en la organización).
4. Los elementos que integran un reporte de sostenibilidad, como entradas son los siguientes principios y orientaciones:
 - a. Definición del contenido del reporte.
 - b. Principios para definir el contenido.
 - c. Principios que garanticen la calidad del reporte.
 - d. Cobertura del reporte.

Los puntos básicos son:

- El perfil de la organización.
- El enfoque de gestión.
- Indicadores de desempeño elegidos.

La elaboración del reporte sustentable comprende la medición, difusión y entrega de resultados, frente a grupos de interés internos y externos en relación con el desempeño de la institución con respecto al objeto del desarrollo sostenible.

Al elaborar un reporte sustentable se busca que la organización tenga una imagen balanceada y razonable de su desempeño en materia de sostenibilidad e incluiría tanto contribuciones positivas como negativas. Además de presentar los resultados que se han obtenido dentro del tiempo analizado, atendiendo a los compromisos, la estrategia y el enfoque directivo adoptado por la organización.

Se tiene como objetivo, establecer un modelo común para la comunicación de la información económica, ambiental y social de una empresa, que permita:

- Comparar el desempeño de una organización a lo largo de los años.

- Comparar el desempeño de dos organizaciones, que pueden estar ubicadas en puntos geográficos o contextos muy diversos o, incluso, que pueden pertenecer a industrias muy diferentes, bajo criterios comunes.

De acuerdo a lo señalado por el GRI (Hourneaux et al., 2014), los indicadores de desempeño, son los que facilitan la comparabilidad de la información sobre el desempeño económico, ambiental y social de una organización, son los siguientes:

- I. **Indicadores de desempeño económico.** La dimensión económica de la sostenibilidad está relacionada con los impactos que la organización causa en la situación económica de sus grupos de interés, así como en su alcance local, nacional y mundial. Estos impactos pueden ser directos, cuando los indicadores calculan los flujos monetarios entre la organización y sus principales partes interesadas; e indican cómo la situación económica de dichas partes se ven afectadas por la organización; o impactos indirectos, cuando son causados por externalidades (costos o beneficios no reflejados íntegramente en el valor monetario de una transacción) que afectan a la comunidad. Los indicadores analizan el modo en que las organizaciones afectan a las partes interesadas con las que interactúan de manera directa e indirecta. La prioridad de las medidas de desempeño económico es la de señalar cómo cambia el nivel económico de las partes interesadas, como consecuencia de las actividades de la organización, más que, cómo cambia, como consecuencia de las condiciones financieras de la organización misma.
- II. **Indicadores de desempeño ambiental:** Se refiere a los impactos de una organización en los sistemas naturales vivos e inertes, incluidos los ecosistemas, el suelo, el aire y el agua. Los indicadores ambientales cubren el desempeño en relación con los flujos de entrada (materiales, energía, agua) y de salida (emisiones, vertidos, residuos). Además, incluye el desempeño en relación con la biodiversidad, cumplimiento legal ambiental y otros datos relevantes tales como los gastos de naturaleza ambiental o los impactos de productos y servicios”. Para efectos de esta metodología solo se centrará en el agua y su interrelación con otros ecosistemas.
- III. **Indicadores de desempeño social:** Está relacionada con los impactos de la organización en el sistema social en el que se desarrolla. El desempeño social se mide a través del análisis de este impacto en los grupos de interés. Es importante tomar en cuenta dentro del análisis, la calidad del entorno laboral y el valor de la relación con el trabajador. En ocasiones, los indicadores sociales influyen en ciertos activos intangibles, como el capital humano y la reputación. Los indicadores que hacen referencia a los derechos humanos ayudan a valorar el modo en que una organización contribuye a mantener y respetar los derechos humanos de los individuos.

El GRI es una guía para reportar, que incluye las etapas a seguir, estas etapas básicamente son pre auditoría, auditoría y post-auditoría. De acuerdo con el GRI, la dimensión social de la sostenibilidad está relacionada con los impactos de la organización en el sistema social en el que se desarrolla. El desempeño social se mide a través del análisis de este impacto en los grupos de interés (figura 2.2).



Figura 2.2 Etapas de Global Reporting Initiative

Capítulo 3. Metodología

En este capítulo se presenta una descripción de la forma en que se desarrolló el modelo de gestión sustentable para el aprovechamiento del uso del agua en la industria en Mexicali, Baja California, México.

Se explican los lineamientos considerados en la propuesta del modelo y la metodología utilizada para la recolección de datos de campo apoyados con el estado del arte referido en el apartado anterior. Además, se definen las métricas a utilizar y se presentan las fichas de los indicadores elegidos para ser considerados en el estudio. Se presenta la metodología utilizada para el desarrollo del instrumento de evaluación y las etapas de validación a que fue sometido para su aplicación. También el proceso de selección de los entrevistados en el estudio, así como la estructura general de las entrevistas.

Finalmente se presenta la manera como se integran los criterios del GRI en este modelo de gestión y el modelado con GIS para obtener el modelo de gestión.

Los recursos y etapas para la formulación del modelo de gestión sustentable en la industria desarrollado en este estudio se presentan en la figura 3.1.



Figura 3.1 Recursos necesarios para la elaboración del nuevo esquema.

3.1 Propuesta de modelo de gestión sustentable

Con base en la revisión de la literatura, se identificó metodologías, herramientas y modelos enfocados para resolver un tema y una rama en particular de la industria, sin embargo, no se encontró un modelo de gestión sostenible del agua en la industria, que considere todos los niveles de la sustentabilidad, por lo tanto, se elaboró una propuesta planteada en cuatro etapas:

La primera fase del desarrollo del modelo consiste en:

Etapa 1. Planear

Para el cumplimiento de la investigación documental, el proceso dependía de la revisión del estado del arte, para conocer trabajos relacionados, alcances y limitaciones de estos, revisión de herramientas para la sustentabilidad del uso del agua existentes. Con estos datos, se analizó, evaluó y se seleccionó indicadores de sustentabilidad del uso sostenible del agua aplicables en la industria, los cuales están definidos en la sección 3.2. Por último, se desarrolló un instrumento de evaluación diagnóstico sobre el uso del agua en la industria, para visualizar el panorama general del manejo del agua en las distintas ramas de la industria, cuya metodología está planteada en la sección 1.5.4 y 3.2.2.

Esta etapa comprende la parte teórica de la investigación, en donde se realiza la recopilación de estudios anteriores y se plantea el desarrollo de un instrumento de evaluación.

Etapa 2. Hacer

La segunda etapa comprende el desarrollo de la investigación, en donde se realiza su validación con la prueba piloto del instrumento de evaluación y su aplicación.

Etapa 3. Verificar

La segunda etapa es la estrategia de ejecución y desarrollo, el propósito de esta etapa es la medición y análisis de la estabilidad y estado actual del proceso.

Es en esta etapa donde se calcula el Índice de Desarrollo Sustentable del Agua (IDSA) para evaluar a cada una de las empresas, con los datos obtenidos, en la cuarta etapa se busca concientizar la importancia de ser consistente en el propósito de no cometer errores.

En este modelo se utilizaron diversos instrumentos y acciones para resolver una problemática de acuerdo a los objetivos elegidos. El procedimiento estratégico surge de la necesidad del mejoramiento de los procesos.

- Obtención de datos mediante los indicadores definidos en el anexo A6.
- Un plan de desarrollo revela la filosofía de la construcción estratégica.
- Una filosofía y valores implícitos a una estrategia en torno a grandes categorías, la cual, articula de manera integral un número de problemas relacionados entre sí.
- La importancia de esta etapa radica en que contiene los indicadores con los que debieran operarse las industrias y sus procesos de forma eficiente y eficaz. Algunos de estos indicadores se encuentran reglamentados en las normatividades correspondientes de las que emanan, pero que a la fecha no se les da cumplimiento, y algunos otros serán construidos con base en los procesos diseñados para dar solución a la problemática actual de la industria específica. Para lograrlo hay que consultar entre documentos relacionados con Políticas Nacionales e Internacionales, mencionados en los apartados 1.5.2, 1.5.2.1, 1.5.2.2, 1.5.2.3.

Ahora bien, para poder definir los lineamientos y pautas, se debe de desarrollar la primera fase para el planteamiento de un modelo de gestión sustentable del agua en la industria, es definir los lineamientos que guiarán la aplicación del modelo. Para esto consta de 7 etapas establecidas en la figura 3.2, la primera etapa de la pirámide, en el cual se debe de tener claro la legislación que rige en materia de ambiente aplicable para el uso del agua en la industria, estas etapas son:

Normas mexicanas (NMX): Expresan recomendaciones de parámetros y parámetros, son parte de las NOM.

Normas oficiales mexicanas (NOM):

- NOM-001-SEMARNAT-1996 (SEMARNAT, 1997).
- NOM-002-SEMARNAT-1996 (SEMARNAT, 1998a).
- NOM-003-SEMARNAT-1997 (SEMARNAT, 1998b).
- NOM-004-SEMARNAT-2002 (SEMARNAT, 2003).
- NOM-052-SEMARNAT-2005 (SEMARNAT, 2006b).
- NOM-011-CONAGUA-2015 (CONAGUA, 2002).
- NOM-014-CONAGUA-2003 (CONAGUA, 2009a).
- NOM-127-SSA1-1994 (SSA, 1994).
- NOM-179-SSA1-1998 (SSA, 1999).
- NOM-180-SSA1-1998 (SSA, 1998).
- NOM-201-SSA1-2015 (SSA, 2015).
- NOM-210-SSA1-2014 (SSA, 2014).
- NOM-230-SSA1-2002 (SSA, 2002).
- NOM-245-SSA1-2010 (SSA, 2012).

Reglamentos:

- Ley que Reglamenta el Servicio de Agua Potable en el Estado de Baja California (Estado, 2017)

Leyes Federales y Estatales:

- Ley de Aguas Nacionales (DOF, 2020).
- Ley de Fomento a la Cultura del Cuidado del Agua para el Estado de Baja California DOF, 2017).

Leyes Generales:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) DOF, 2021b).
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (DOF, 2018).
- Ley General de Salud (DOF, 2021c).

Acuerdos internacionales: Tratado entre el gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y el gobierno de los Estados Unidos de América de distribución de las aguas internacionales de los Ríos Colorado, Tijuana y Bravo, desde Fort Quitman, Texas, Estados Unidos de América, hasta el Golfo de México.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (DOF, 2021a).

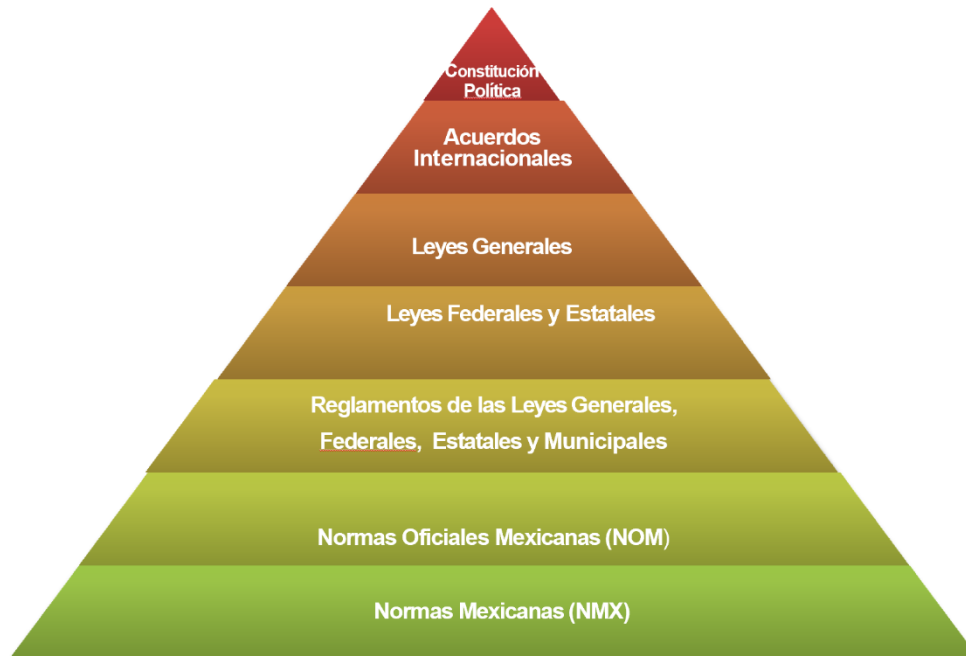


Figura 3.2 Lineamientos para la propuesta de un modelo (Elaboración propia).

Etapas 4. Actuar

El propósito de esta etapa es la propuesta de mejora de la evaluación del IDSA, además de estrategias para la planificación de posibles propuestas que sean necesarias para la selección y evaluación de empresas.

Por último, después de la implementación del modelo, se requerirá controlar los procesos mediante una retroalimentación de los pasos anteriores, esto con la finalidad de seguir mejorando los procesos y el índice de desarrollo sustentable del agua de la región.

Con los resultados de la investigación, se busca lograr un ahorro y eficiente uso de agua al aplicar el modelo a la industria.

La importancia de estos resultados radica en que la utilización de los indicadores de productividad física, económica y sociales, puede servir a las autoridades para la toma de decisiones sobre el tipo de industria que se debe fomentar y promover para su instalación en la región (las de menor intensidad y mayor productividad), tales como el ramo electrónico, empresas de ramo médico y dental, fabricación de vidrio y alimentos, ramas tales como el de bebidas, cuentan con menor índice de productividad, aunque es el que cuenta con mayor rendimiento económico, por las ventas que registra.

3.2 Recolección de datos

Esta etapa se encuentra dividida en dos partes, la primera es el proceso de delimitación de métricas a utilizar y su definición. La segunda etapa comprende la elaboración de un instrumento de evaluación diagnóstica situacional (encuesta).

3.2.1 Delimitación de métricas

Basado en la revisión bibliográfica realizada se seleccionaron 36 diferentes indicadores, de acuerdo a su clasificación fueron: 17 indicadores ambientales, 10 indicadores económicos y 9 indicadores sociales, los cuales se encuentran en las tablas 3.1, 3.2 y 3.3 respectivamente.

Tabla 3. 1. Indicadores ambientales.

Indicadores			
1	Consumo total de agua (m ³).	10	Porcentaje de agua reutilizada (%).
2	Agua usada en enfriamiento (m ³).	11	Porcentaje de procesos controlados (%).
3	Agua usada en procesos (m ³).	12	Descarga de agua total (m ³).
4	Otros usos de agua (m ³).	13	Descarga de agua por nivel de tratamiento (m ³).
5	Porcentaje de recursos usados (%).	14	Descarga de agua por tipo (m ³).
6	Volumen total de agua tratada (m ³).	15	Huella Hídrica (m ³).
7	Porcentaje de agua tratada (%).	16	Consumo total de agua/unidad de producto (m ³ /unidad de producto).
8	Volumen total de agua reutilizada (m ³).	17	Unidad de producto/consumo total de agua (unidad de producto/m ³).
9	Porcentaje de utilización del agua (%).		

Tabla 3. 2. Indicadores económicos

Indicadores			
1	Viabilidad económico-técnica (\$).	6	Costos ambientales directos (\$).
2	Unidad de valor agregado/Consumo total de agua(\$/m ³).	7	Costos ambientales indirectos (\$).
3	Costo total del consumo mensual del agua (\$).	8	Mejoras ambientales (disposición a pagar) (\$).
4	Costos totales de agua (\$).	9	Gastos por multas y sanciones (\$).
5	Costos de materiales (\$).	10	Relación beneficio/costo.

Tabla 3. 3. Indicadores sociales

Indicadores			
1	Consumo de agua per cápita (m ³ /empleados).	6	Tasa de mejoras sugeridas por los empleados en el desempeño de calidad, social y ambiental, de salud y seguridad.
2	Gastos en beneficio social (m ³).	7	Promedio de horas de capacitación de empleados por año (horas).
3	Costos asociados con el cumplimiento ambiental, de salud y seguridad (\$).	8	Número de empleados por m ³ .
4	Gastos en beneficio social como porcentaje de los egresos (\$).	9	Número de asociaciones comunidad-empresa.
5	Gastos en la comunidad y contribuciones caritativas como porcentaje de los ingresos (\$).		

Para evaluar el diseño, los criterios generales son: indicadores de rendimiento medioambiental hídrico, dividido en productividad hídrica, revitalización hídrica, económicos y sociales.

La dimensión medioambiental se divide en dos partes: productividad hídrica y revitalización hídrica. Esta se refiere a los impactos de una organización en los sistemas naturales, referentes al área hídrica.

Productividad hídrica: cubren el rendimiento relacionado con las entradas y sus procesos dentro del área productiva de la empresa.

Revitalización hídrica: cubre el rendimiento relacionado con los productos sobrantes de los procesos intervenidos, es decir, el tratamiento antes de la descarga, su disposición final, reúsos y el cumplimiento de la normativa medioambiental.

Económicos: La dimensión económica de la sostenibilidad se refiere a los impactos de la organización en las condiciones económicas de sus grupos de interés y en los sistemas económicos a nivel local, nacional y mundial.

Social: Esta dimensión de la sostenibilidad se refiere a los impactos de una organización en los sistemas sociales en los que opera.

3.2.2 Instrumento de evaluación

Para diseñar un instrumento de evaluación diagnóstica situacional (encuesta). Después de diseñar la encuesta se someterá a una evaluación de expertos el cual será mediante una ponderación de cada ítem (pregunta) con un valor de 1 al 4, en donde serán valorados los siguientes puntos (Galicia et al., 2017):

- Suficiencia: Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de ésta.
- Claridad: El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.
- Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.
- Relevancia: El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.

Donde su calificación consistirá en:

- No cumple con el criterio.
- Bajo Nivel.
- Moderado Nivel.
- Alto Nivel.

Después de haber obtenido la ponderación de cada uno de los jueces evaluadores, se calcula la razón de validez de contenido (Wendlandt et al., 2016).

Para la evaluación de contenido se calcula la razón de validez de contenido (CVR, por sus siglas en inglés) y el Índice de validez de contenido (CVI, por sus siglas en inglés) del modelo de Lawshe propuesto por Tristán (Tristán-López, 2008). Se escogió esta modificación ya que el modelo original requiere arriba de 5 de jueces, en cambio en la modificación con un mínimo de 3 jueces.

El cálculo del CVR (ver ecuación 1) se realizó para cada uno de los ítems de la encuesta, el CVI (ver ecuación 2) se calcula con los valores mayores o iguales a 0.58 del CVR esto fue para cada una de las cuatro secciones, como se muestra a continuación:

De acuerdo al modelo de Lawshe se requiere que el valor de CVR y CVI sea mayor a 0.58, para que sea aceptado.

Después de tener calculados el CVR y CVI, se procede a aceptar o corregir el instrumento de evaluación. Por último, se procede a definir el muestreo y su aplicación.

Dentro de la encuesta se estructuró para la evaluación de experto en cuatro secciones, la finalidad de cada sección fue el siguiente (ver anexo A3):

Para la evaluación de expertos a cada uno se le dio un formato el cual consistía evaluar de cada ítem del 1 al 4, los siguientes puntos (Galicia et al., 2017):

Suficiencia (S): Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de ésta.

Claridad (Cl): El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.

Coherencia (Co): El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.

Relevancia (R): El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.

Donde la calificación de cada ítem consistía en:

5. No cumple con el criterio.
6. Bajo Nivel.
7. Moderado Nivel.
8. Alto Nivel.

Para la obtención de una base de datos de las industrias de la región bajo estudio, se revisó en los directorios industriales proporcionados por CANACINTRA (Cámara Nacional de la Industria de Transformación) y SEDECO (Secretaría de Desarrollo Económico), otra parte se descargó de la página de DENUE, con base en la clasificación 31-33 de INEGI que corresponde a las industrias manufactureras y por último de la página llamada Directorio de la industria maquiladora de Baja California (CANACINTRA, 2019).

3.3 Global Reporting Initiative

Para la integración del GRI en el modelo a proponer, se buscó que el modelo incluyera los siguientes puntos básicos:

- El perfil de la organización, es decir, misión, visión y objetivos de la empresa.
- El enfoque de gestión.
- Indicadores de desempeño elegidos.

Dentro del reporte sustentable se requiere comprender la medición, difusión y entrega de resultados, frente a grupos de interés internos y externos en relación con el desempeño de la institución con respecto al objeto del desarrollo sostenible.

Además de presentar los resultados que se han obtenido dentro del tiempo analizado, atendiendo a los compromisos, la estrategia y el enfoque directivo adoptado por la organización. Debe de considerar la comparación del desempeño de una organización a lo largo de los años.

Capítulo 4. Resultados y Discusión

Para el desarrollo del modelo, una parte esencial fue el desarrollo de un instrumento (encuesta), lo cual nos permitió la integración del Índice de Desarrollo Sustentable del Agua (IDSA).

4.1 Modelo de gestión sustentable para el uso del agua en la industria.

Para la elaboración del modelo de gestión sustentable se implementó el GRI en conjunto con la norma 9001-2015 y el ciclo de Deming, la integración de otros departamentos de la empresa, aspectos mencionados en los apartados anteriores sobre las necesidades, los objetivos de la empresa, la misión y visión de la organización para maximizar el servicio y calidad con una estrategia de mejora en la gestión de la empresa.

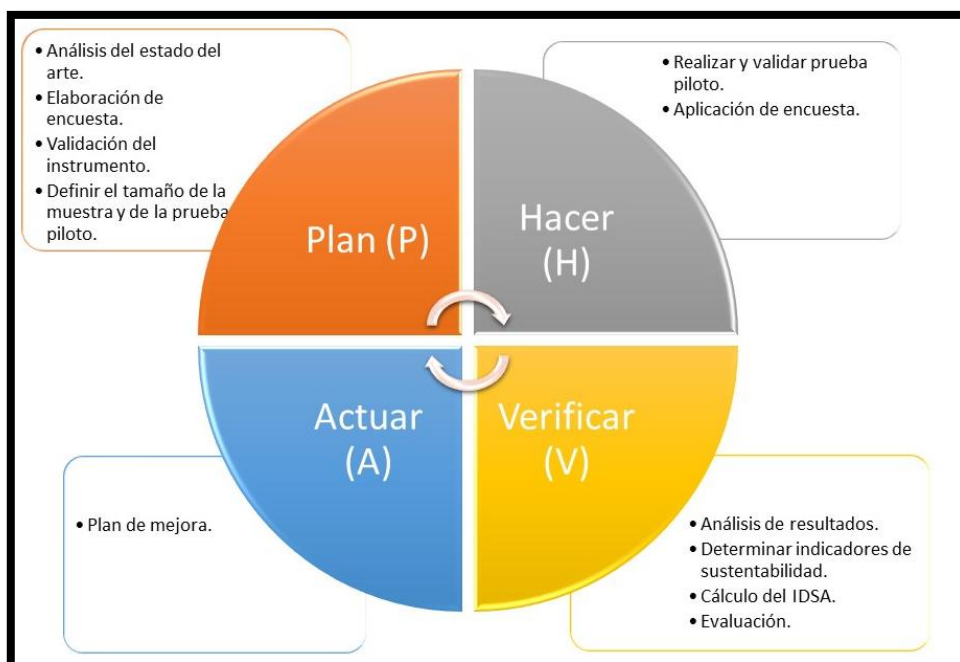


Figura 4.1 Formato de modelo propuesto.

La integración de los sistemas de gestión de la calidad y medioambiente son actualmente la vía para clasificar y optimizar la gestión y operación de las industrias que aspiran a la competitividad a nivel internacional, por lo que, una planificación para el desarrollo está obligada a contemplar una integración de los sistemas señalados. Se requiere desarrollar un modelo de acuerdo con los requerimientos propios del objeto de estudio y a las características propias de la región. Por lo mencionado en capítulos anteriores, surge la

necesidad de construir un “Modelo de gestión sustentable del agua en la industria en Mexicali, Baja California”. La implementación del modelo permitirá a la industria operar de manera eficiente y eficazmente para generar productos de calidad competitivos en el mercado, a partir de los enfoques de sustentabilidad y gestión de la calidad.

Para la construcción del modelo de gestión, se analizaron las variables y características de la región industrial en estudio, lo que permitió diseñar el modelo representado en cuatro etapas.

Tomando en consideración la investigación realizada, para que esta metodología sea replicable en otras industrias deben realizarse los pasos que se indican a continuación:

Etapas 1. Planear

Para el cumplimiento de la investigación documental, el proceso dependía de la revisión del estado del arte, para conocer trabajos relacionados, alcances y limitaciones de estos, revisión de herramientas para la sustentabilidad del uso del agua existentes. Con estos datos, se analizó, evaluó y se seleccionó indicadores de sustentabilidad del uso sostenible del agua aplicables en la industria, los cuales están definidos en la sección 3.2. Por último, se desarrolló un instrumento de evaluación diagnóstico sobre el uso del agua en la industria, para visualizar el panorama general del manejo del agua en las distintas ramas de la industria, cuya metodología está planteada en la sección 1.5.4 y 3.2.2.

Esta etapa comprende la parte teórica de la investigación, en donde se realiza la recopilación de estudios anteriores y se plantea el desarrollo de un instrumento de evaluación.

Etapas 2. Hacer

La segunda etapa comprende el desarrollo de la investigación, en donde se realiza su validación con la prueba piloto del instrumento de evaluación y su aplicación.

Etapas 3. Verificar

La segunda etapa es la estrategia de ejecución y desarrollo, el propósito de esta etapa es la medición y análisis de la estabilidad y estado actual del proceso.

Es en esta etapa donde se calcula el Índice de Desarrollo Sustentable del Agua (IDSA) para evaluar a cada una de las empresas, con los datos obtenidos, en la cuarta etapa se busca concientizar la importancia de ser consistente en el propósito de no cometer errores.

Etapa 4. Actuar

El propósito de esta etapa es la propuesta de mejora de la evaluación del IDSA, además de estrategias para la planificación de posibles propuestas que sean necesarias para la selección y evaluación de empresas.

4.2 Instrumento de evaluación

El diseño inicial del instrumento (encuesta) permite identificar el tipo de industria y el número de empleados, se elaboraron 57 preguntas generales, divididas en 4 secciones, con 31 preguntas divididas en tres secciones con escala del 1 al 4 y la última sección está compuesta por 26 preguntas abiertas (Ver Anexo A1-A2).

Se calculó el CVR (ver ecuación 1) para cada uno de los ítems de la encuesta. Los resultados se encuentran en los anexos (Ver anexo A3-A5).

Los CVR de cada ítem tuvieron valores bajos en el apartado de suficiencia y claridad de las 4 secciones, menores a 0.58 que de acuerdo al modelo de Lawshe se requiere que el valor de CVR y CVI sea mayor a 0.58. El único valor de CVI (ver ecuación 2) no aceptable con un valor de 0 fue en la sección I en claridad, indicando que no hay suficiente claridad en la redacción de los ítems. En general los ítems con valores menores a 0.58 no tienen relevancia y suficiencia para la encuesta, por lo que se tiene que analizar si retirarlos de la encuesta o reformularlos (Ver anexo A4-A5).

Además de las calificaciones se obtuvieron observaciones de cada uno de los evaluadores. Las más pertinentes fueron, por un lado, considerar el tiempo que llevará aplicar el instrumento, por otro, considerar el dividir la encuesta en dos fases, la primera al sector industrial en general y la segunda fase a un ramo más específico de acuerdo a los resultados obtenidos de la primera fase. Estas dos consideraciones motivaron la reducción del instrumento de 57 preguntas a 16 preguntas (Figura 4.2) (Ver anexo A6).

Encuesta					
Objetivo:					
Agradecemos su tiempo y apoyo para realizar esta encuesta. El objetivo de este cuestionario es únicamente con fines de investigación; es parte de un trabajo de doctorado el cual busca encontrar las relaciones de ciertos factores con la productividad.					
La información que proporcione a continuación es totalmente confidencial. Si desea continuar, siga las siguientes instrucciones.					
Puesto:			Fecha:		
Tiempo ejerciendo:			Departamento:		
Entre 1 a 5 años:			Entre 5 y 10 años:		>10 años:
Sector industrial:					
Alimentos:		Vidrio:		Empaque y embalaje:	
Bebidas:		Automotriz:		Médico:	
Aeroespacial:		Electrónica:		Otro:	
Metalmecánica:					
Nombre de la empresa:					
Antigüedad en la ciudad:					
Cantidad total de empleados:					
Preguntas			Respuesta		
1 ¿Cuánto es su consumo promedio mensual de agua (m ³)?					
2 ¿Cuánto es su producción promedio mensual (litros, piezas, unidades, kg, Mw-h)?					
3 ¿Cuál fue su producción y consumo de agua, el mes anterior de realizada la encuesta y unidades de cada					
4 ¿Qué indicadores utiliza su empresa actualmente para medir el desempeño sustentable en el uso del agua?					
5 ¿Cuál de las tres dimensiones sustentables (económica, ambiental y social) tiene mayor prioridad en su organización?					
6 ¿Tiene certificaciones ambientales su organización? ¿cuáles?					
7 ¿A su fuente inicial de agua, se le da un tratamiento? Si es afirmativo, ¿es antes o después de					
8 ¿Cuentan con planta de tratamiento de aguas residuales? De ser así ¿De qué tipo?					
9 ¿Cuentan con uso de agua tratada para algún área? Si es afirmativa, mencionar y en que					
10 ¿El agua es parte de la materia prima del producto?					
11 ¿A que normas se apegan para su cumplimiento en relación a sus descargas y reuso?					
12 ¿Cuentan con un programa de monitoreo de calidad del agua? Si así es ¿Qué parámetros se					
13 ¿En cuantos de sus procesos interviene el agua? Y cuáles son?					
14 De estos procesos, ¿En cuantos tienen medidor de flujo en la entrada y salida?					
15 ¿Se realizan análisis de la calidad del agua? De ser así ¿En qué puntos del proceso?					
16 ¿Con que frecuencia se analiza la calidad del agua? De ser así, ¿Se realiza con un laboratorio					

Figura 4.2 Formato de encuesta (anexo A6).

Una vez realizadas las correcciones sugeridas por los expertos y considerando los criterios de CVI y CVR se llevó a cabo la primera etapa, con la finalidad de obtener un diagnóstico situacional del uso del agua en la industria, se realizó una prueba piloto del instrumento, al 10% del total de muestreo seleccionado de las industrias. Tanto la prueba piloto como el muestreo final, se utilizó un muestreo por conveniencia, mediante contacto por vía telefónica o por correo electrónico fue el primer acercamiento con las empresas.

Para calcular el tamaño de la muestra se utilizó la ecuación 3 definida en la sección 1.5.4:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 * p * q * N}{Z_{\alpha/2}^2 * p * q + (N - 1) * e^2} = \frac{1.64^2 * 0.5 * 0.5 * 195}{1.64^2 * 0.5 * 0.5 + (195 - 1) * 0.11^2}$$

$$= \frac{131.118}{0.6724 + 2.3474} = 43.4194 \approx 44$$

Esto nos da como una muestra de 44 empresas a encuestar, con esto, para la prueba piloto se considera el 10%, es decir, 4.4 empresas, el cual se redondea a 5 empresas.

De la revisión de las diferentes fuentes de base de datos se encontró lo siguiente (Tabla 4.1):

Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), en su clasificación 31-33, cuenta con 2361 unidades económicas para la ciudad de Mexicali, después de su revisión se eliminaron 2156 unidades, en los cuales se encontraban 72 duplicados, 401 correspondían a tortillerías, 203 carpinterías, 602 talleres, entre otros, de esta base de datos se obtuvieron 159 unidades, además en base a este primer filtro, se clasificó el muestreo en el siguiente:

- Aeroespacial.
- Alimentos.
- Automotriz.
- Bebidas.
- Electrónica.
- Empaques y embalajes.
- Médico.
- Metalmecánica.
- Otras industrias manufactureras.
- Plástico.
- Rastro.
- Vidrio.

Para la integración de la base de datos del sector industrial se revisaron las siguientes fuentes que se ejemplifican en la tabla 4.2, la fuente principal fue DENUE, en la cual se fue filtrando ya que INEGI considera dentro de su clasificación 31-33 a las tortillerías, tiendas, entre otras.

Tabla 4.1. Revisión bases de datos de industrias de Mexicali, Baja California.

Fuente	Unidades económicas
Directorio Industrial CANACINTRA (CANACINTRA, 2019)	13
Directorio de la industria maquiladora de Baja California(DIMBC, 2019)	18
Parques industriales (Grupo IAMSA, 2019)	5
SEDECO	9
DENUE (INEGI, 2019)	159

La clasificación por ramo industrial, quedó como se muestra en la tabla 4.2.

Tabla 4.2. Ramas industriales de Mexicali, Baja California.

Clasificación	Cantidad de industrias
Aeroespacial	18
Alimentos	10
Automotriz	13
Bebidas	9
Electrónica	39
Empaques y embalajes	13
Metalmecánica	36
Otras	33
Plástico	15
Rastro	4
Vidrio	5
Total:	195

4.3 Revisión de instrumentos de evaluación

La aplicación de los instrumentos de evaluación llevó un total de 44 encuestas. En el anexo A7-A12 se presentan los cuestionarios contestados.

Se aplicaron encuestas a 11 ramas industriales desde el sector electrónico hasta el de empaque y embalaje, lo que hizo muy diverso el análisis y permitiría la posibilidad de extender este instrumento a otras ciudades (Tabla 4.3 y Figura 4.3).

Tabla 4.3. Cantidad muestreadas por rama industrial

Sector	Encuestas
Electrónica	10
Plástico	8
Otros	5
Alimentos	4
Vidrio	3
Automotriz	3
Bebidas	3

Metalmecánica	2
Aeroespacial	2
Empaque y embalaje	2
Rastro	2
Total:	44

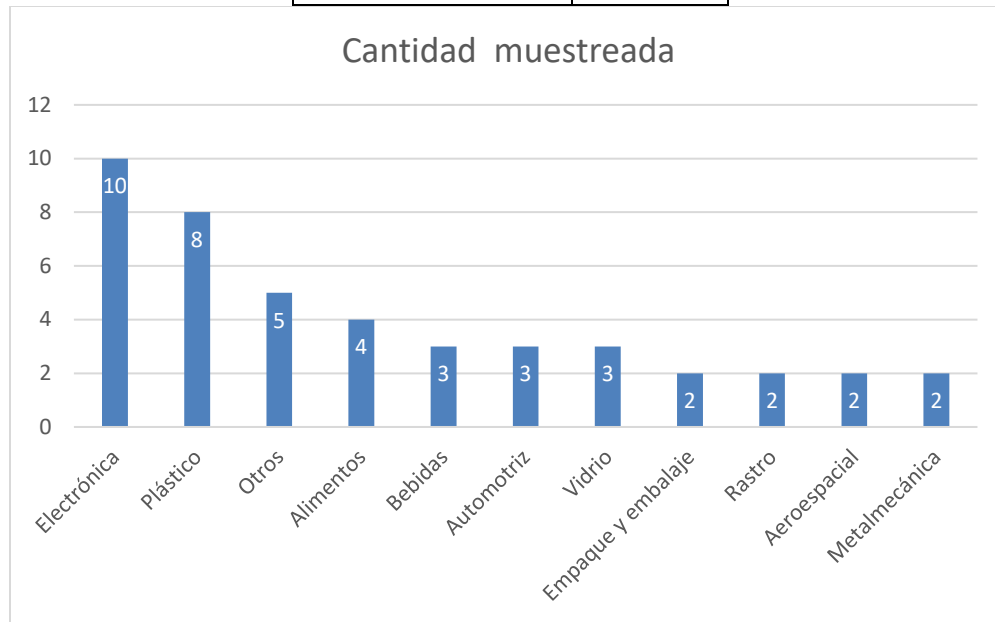


Figura 4.3 Cantidad muestreadas por ramo industrial.

De estos datos podemos observar que, de tres empresas encuestadas del ramo de bebidas, se tiene un consumo de 52,286 metros cúbicos, como puede observarse el alto consumo comparado al ramo electrónico con un consumo total de 45,928 metros cúbicos en 10 empresas (Tabla 4.4). Considerada en la literatura como de consumo no intensivo, se encontró que al contar con equipos y procesos donde se debe de tener la temperatura del ambiente controlada, en la región es una rama de consumo intensivo. Ambos ramos usan el agua con diferentes fines, mientras que el ramo de bebidas la utiliza como parte del producto, el ramo electrónico la utiliza para lavar el producto y/o controlar la temperatura y humedad de los espacios de producción.

Se encontró que una empresa del ramo electrónico puede consumir hasta 37,039 metros cúbicos de agua al mes y en cambio dentro de este mismo ramo se cuenta con otras de menor consumo menor a 350 metros cúbicos. Sin poder confirmarlo, es posible que el consumo de agua en este ramo depende del tipo de producto electrónico que se esté produciendo y el proceso requerido para ello.

Tabla 4.4. Consumo de agua por ramo industrial

Rama	Empresas encuestadas	m ³ (total)	Promedio	Max	Min
Electrónica	10	45,928	4,593	37,039	350
Plástico	8	7,547	943	1,503	234
Otros	5	8,314	1,663	6,000	50
Alimentos	4	47,311	11,828	40,000	1,200
Bebidas	3	52,286	17,429	29,920	10,366
Automotriz	3	19,366	6,455	16,838	1,028
Vidrio	3	10,583	3,528	9,500	439
Empaque y embalaje	2	295,748	147,874	194,571	101,177
Rastro	2	25,709	12,855	15,532	10,177
Aeroespacial	2	5,212	2,606	4,637	575
Metalmecánica	2	2,420	1,210	2,294	126

Estas enormes diferencias en los consumos de agua dentro de un mismo ramo hacen que el sector industrial sea complejo de analizar, debido a que se deben de considerar distintos factores para analizar, evaluar y controlar. Para poder evaluar correctamente, se necesitan definir métricas adecuadas. Sin embargo, los administradores de 19 industrias encuestadas consideran que para estas áreas es prioritario evaluar únicamente, el consumo de agua y el consumo de agua por unidades producidas (tabla 4.5).

Tabla 4.5. Métricas hídricas en la rama industrial.

Métricas	No. de industrias
Consumo de agua mensual	19
No utiliza	14
m ³ / cantidad producida	9
Consumo de agua /Valor agregado \$	1
Cantidad producida/m ³	1

El limitado alcance de las métricas es consecuencia del escaso control del consumo de agua, la eficiencia y la productividad con respecto a las métricas, así como del alcance de los factores de sostenibilidad. De las empresas encuestadas, 38 empresas se

consideran sustentables, pero, solo se tiene en consideración el factor ambiental, esta incongruencia se refleja en que sólo una empresa considera el factor económico y ninguna incluyen el factor social. Esta consideración del aspecto ambiental únicamente se refleja en los impactos de sostenibilidad (tabla 4.6).

Tabla 4.6. Factores de la sustentabilidad en el ramo industrial.

Factores	No. de industrias
Ambiental	38
Los 3 pilares de la sustentabilidad	3
Económica-ambiental	2
Económica	1

La disposición del agua de desecho se evaluó considerando si se contaba con plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), 26 industrias no cuentan con ninguna, de las cuales por los procesos es recomendable, el contar con un tratamiento mínimo al agua antes de sus descargas, 12 son de lodos activados, tres del tipo físico, una del tipo químico y dos del tipo fisicoquímico (tabla 4.7).

Tabla 4.7. Tipo de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Tipo	No. De industrias
Ninguna	26
Lodos activados	12
Físico	3
Físico – Químico	2
Químico	1

Lo anteriormente mencionado, impacta en que 18 empresas no cuentan con ningún tipo de certificación ambiental, 20 empresas están certificadas en el ISO 14001, 3 cuentan con ISO 14000, una cuenta la distinción de empresa socialmente responsable, una con un reconocimiento de CESP. El que las industrias no cuenten con ningún tipo de certificación, les resta rentabilidad, ya que el ISO 14001 mejora la imagen del negocio a nivel nacional e internacional, que es lo que buscan los inversionistas (Valdez-Juárez et al., 2018) (tabla4.8).

Tabla 4.8. Tipo certificación ambiental.

Tipo	No. De industrias
ISO 14001	20
Ninguna	18
ISO 14000	3
Empresa Socialmente Responsable	1
Reconocimiento CESPМ	1
Green Seal	1

Incluso, existen discrepancias si se considera el agua como materia prima o dentro del proceso, en el cual no se ve reflejado en el producto final, pero se da un uso extensivo. 13 empresas de distintos ramos consideran como materia prima el agua, incluyendo las tres empresas del ramo de bebidas (tabla 4.9).

Tabla 4.9. Cantidad de empresas donde consideran el agua como materia prima.

Rama	Si	No
Electrónica	1	9
Metalmecánica	1	1
Alimentos	3	1
Vidrio	2	1
Otros	1	4
Automotriz	0	3
Bebidas	3	0
Plástico	0	8
Empaque y embalaje	2	0
Aeroespacial	0	2
Rastro	0	2

De igual manera, tienen más seguimiento en cumplir las descargas solamente con CESPМ, lo cual se puede ver reflejado con el dato de que 26 empresas no cuentan con planta de tratamiento de aguas residuales y 4 empresas como tal, no cuentan con conexión de agua por parte de CESPМ. Estas cuatro empresas respondieron que se rigen por la CONAGUA, pero como falta de conocimiento como tal, ya que, al registrarse por

esta institución, la normativa aplicable es la NOM-001-SEMARNAT-1996 y/o NOM-002-SEMARNAT-1996 (tabla 4.10).

Tabla 4.10. Normatividad aplicable en descargas.

Normativa	No. De industrias
NOM-001	12
CESPM	25
NOM-002	7
CONAGUA	4
Leyes locales	2
NOM-127	1

La recolección de estos datos y el calcular los indicadores de productividad física por ramo, da un punto de referencia en trabajos hacia el futuro para identificar si ha habido alguna reducción en este indicador o si por lo contrario un incremento (tabla 4.11).

Tabla 4.11. Productividad física del agua en la industria de Mexicali.

Rama	Empresas encuestadas	m ³ (total)	Producción (Unidades)	Unidades	Eficiencia del agua	Productividad del agua
Electrónica	10	45,928	483,346,352	Piezas	0.0001	10,524.00
Vidrio	3	10,583	43,434,565	Kg	0.00024	4,104.18
Otras	5	6,546	26,356,620	Piezas	0.00025	4,026.37
Automotriz	3	19,366	16,131,724	Unidades	0.0012	832.99
Alimentos	4	47,311	11,563,047	Kg	0.0041	244.41
Plástico	8	7,547	813,925	Kg	0.0093	107.85
Aeroespacial	2	5,212	217,005	Piezas	0.024	41.64
Empaque	2	295,748	9,468,000	Kg	0.031	32.01
Rastro	2	25,709	44,732	cabezas	0.575	1.74
Metalmecánica	2	2,420	3,032	tons	0.798	1.25
Bebidas	3	75,572	48,462	m ³	1.559	0.64

Los indicadores físicos en los que podemos destacar que la eficiencia de 1.55 m³/m³ de la industria de bebidas, este indicador refleja cuántos metros cúbicos de agua se requieren para producir un metro cúbico de bebida, lo que significa que cuanto menor sea el indicador, mayor será el rendimiento en el uso del agua.

En el caso de la productividad para el mismo ramo $0.6413 \text{ m}^3/\text{m}^3$, significa la cantidad de producto elaborado (m^3) por un metro cúbico de agua.

La cantidad de agua utilizada en la fabricación depende del tipo de producto. Cuanto más elaborado es un producto, más agua se utiliza en su producción.

Tabla 4.12. Procesos donde interviene el agua en la rama electrónica.

Proceso	Industrias analizadas										Porcentaje de procesos coincidentes (%)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Lavado de piezas	x		x	x		x	x	x	x	x		80%
Enfriamiento		x				x		x	x	x		50%
Cuarto de pintura		x					x			x		30%
Torres de enfriamiento		x	x	x	x	x		x	x	x		80%
Batería de filtros			x									10%
Suavizadores	x		x	x				x				40%
Tratamiento por ósmosis inversa			x									10%
Enjuague			x							x		20%
Limpieza de instalaciones			x		x		x	x		x		50%
PTAR	x		x		x							30%
Anodizado					x							10%
Calderas			x		x					x		30%

En la tabla 4.12 se enlistan los procesos donde interviene el agua para la rama electrónica, de la cual se analizó a 10 empresas, de las cuales la segunda, séptima y décima empresa cuentan con cuarto de pintado para la fabricación de sus productos, en el resto de las empresas para su acabado no es requerido este proceso. La tercera empresa tiene procesos tales como tratamiento por ósmosis inversa y enjuague por el detalle requerido de calidad para la utilización en sus procesos. La rama electrónica es la que más consume agua y en cantidad de procesos cuenta con el segundo lugar, en ella son 12 los procesos donde utilizan agua, el primer lugar corresponde a la rama de bebidas, la cual cuenta con 13 procesos.

Tabla 4.13. Procesos donde interviene el agua en el ramo plástico.

Proceso	Industrias analizadas								Porcentaje de procesos coincidentes (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Torre de enfriamiento	x	x	x	x	x	x	x		88%
Enfriamiento	x	x		x					38%
Limpieza de producto								x	13%
PTAR									0%

Los procesos en la tabla 4.13, solo utiliza el enfriamiento y limpieza del producto, cuenta con torre de enfriamiento para el uso de las instalaciones, de las 8 empresas analizadas ninguna cuenta con PTAR.

Tabla 4.14. Procesos donde interviene el agua en el ramo de otras industrias.

Proceso	Industrias analizadas					Porcentaje de procesos coincidentes (%)
	1	2	3	4	5	
Lavado de equipo				x		20%
Enfriamiento	x	x		x		60%
PTAR	x					20%
Tanque para prueba de impacto y penetración	x					20%
Torre de enfriamiento	x	x	x	x		80%
Mezclador					x	20%
Condensador					x	20%

En la tabla 4.14, por las diversas diferencias en los procesos productivos, en esta categoría se encontró que solo la primera empresa tiene planta de tratamientos de aguas residuales, por contar con procesos que afectan la calidad de agua que se descarga al drenaje municipal, además de contar con un tanque para prueba de impacto y penetración. En la empresa 5 se realizan productos agroquímicos y es por esto que se tiene un proceso de mezclado y condensado de los productos.

Tabla 4.15. Procesos donde interviene el agua en el ramo de alimentos.

Proceso	Industrias analizadas				Porcentaje de procesos coincidentes (%)
	1	2	3	4	
Mezclado	x	x			50%
PTAR		x	x	x	75%
Lavado de recipientes		x	x		50%
Tratamiento por ósmosis inversa		x			25%
Tratamiento de aguas mediante lámparas de rayos ultravioleta		x			25%
Batería de filtros		x	x	x	75%
Torres de enfriamiento	x		x	x	75%
Suavizadores		x	x	x	75%
Calderas		x	x		50%

Por el tipo de alimentos procesados que se producen en la tabla 4.15, se puede observar que la segunda empresa cuenta con un tratamiento de aguas mediante lámparas de rayos ultravioleta (u.v) y ósmosis inversa para una pureza aun mayor del agua, en otras empresas se agrega el proceso de batería de filtros para un mayor filtrado del agua. El uso de calderas en las empresas donde es requerido es para la esterilización de sus recipientes de preparación o sus cocinas.

Tabla 4.16. Procesos donde interviene el agua en la industria del vidrio.

Proceso	Industrias analizadas			Porcentaje de procesos coincidentes (%)
	1	2	3	
Mezclado	x	x	x	100%
PTAR	x	x	x	100%
Torres de enfriamiento	x	x	x	100%
Batería de filtros	x	x	x	100%
Suavizadores	x	x	x	100%

Los procesos aquí utilizados (ver tabla 4.16) es el proceso de purificado de agua con suavizadores y baterías para la preparación y fabricación del producto. Además, de contar con una PTAR y la torre de enfriamiento es para la climatización de las instalaciones.

Tabla 4.17. Procesos donde interviene el agua en el ramo automotriz.

Proceso	Industrias analizadas			Porcentaje de procesos coincidentes (%)
	1	2	3	
Tratamiento por ósmosis inversa	X	x		67%
Maquinado	x	x	x	100%
PTAR		x		33%
Corte	x	x	x	100%
Prueba de lluvia		x		33%
Torno CNC	x	x	x	100%
Limpieza de piezas	x	x	x	100%
Torres de enfriamiento	x	x		67%
Enfriamiento	x	x		67%

En el ramo automotriz (ver tabla 4.17), solamente la segunda empresa cuenta con cuarto para proceso de pintado, además cuentan con reutilización de agua en el proceso y para áreas verdes, es por ello que cuentan con planta de tratamiento de aguas residuales, en la tercera empresa no se requiere eliminar toda la concentración de sales en el agua es por esto que no se cuenta con proceso de ósmosis inversa.

Tabla 4.18. Procesos donde interviene el agua en el ramo de bebidas.

Proceso	Industrias analizadas			Porcentaje de procesos coincidentes (%)
	1	2	3	
Suavizadores	x	x	x	100%
Tanque reactor	x	x		67%
Batería de filtros	x	x	x	100%
Pulidores	x	x		67%
calderas	x	x	x	100%
Precalentador (Warmer)	x	x		67%
Tratamiento por ósmosis inversa	X	x		67%
Tratamiento de agua mediante lámparas de rayos ultravioleta	x	x		67%
Llenadoras	x	x		67%

Preparación de jarabes	x	x		67%
Preparación de producto			x	33%
Torre de enfriamiento	x	x	x	100%
PTAR	x	x	x	100%

En la rama de bebidas (ver tabla 4.18) todos los procesos van referente al tratamiento del agua para uso humano, desde filtración hasta el suavizado, en el caso de la osmosis inversa solo es para productos específicos, que sean de agua mineral, por lo cual se requiere una pureza aun mayor del agua, en este proceso se eliminan minerales que sí son para consumo humano, pero por la naturaleza del producto final, se requiere este tipo de agua, si no, le cambia el sabor al producto.

Tabla 4.19. Procesos donde interviene el agua en el ramo metalmecánica.

Proceso	Industrias analizadas		Porcentaje de procesos coincidentes (%)
	1	2	
Lavado de piezas	x		50%
Ósmosis	x	x	100%
Torre de enfriamiento	x	x	100%
Enfriamiento		x	50%
PTAR	x		50%

La tabla 4.19 es referente a los procesos coincidentes en el ramo metalmecánico, el agua en ósmosis se utiliza para eliminar dureza en el agua, ya que se utilizará para prueba de lluvia en procesos de pintura, donde con el agua se capta la pintura que no se utiliza, el agua de torre de enfriamiento es para la utilización de enfriamiento de instalaciones. Además de que se utiliza el agua para la limpieza y enfriamiento de piezas.

Tabla 4.20. Procesos donde interviene el agua en el ramo aeroespacial.

Proceso	Industrias analizadas		Porcentaje de procesos coincidentes (%)
	1	2	
Cuarto de pintura (prueba de lluvia)	x	x	100%
Torres de enfriamiento	x	x	100%
Enjuague	x	x	100%
Batería de filtros	x	x	100%

Tratamiento por ósmosis inversa	x	x	100%
Recubrimiento	x	x	100%
Calderas		x	50%
Enfriamiento	x	x	100%
PTAR	x	x	100%

En el ramo aeroespacial (tabla 4.20), el agua se utiliza para la preparación de las piezas donde se enjuagan para el proceso de pintado y recubrimiento, en el cual se utiliza agua tratada con ósmosis inversa y batería de filtros. Además, agua de calderas y torres de enfriamiento para su tratamiento térmico.

Tabla 4.21. Procesos donde interviene el agua en el ramo de empaque.

Proceso	Industrias analizadas		Porcentaje de procesos coincidentes (%)
	1	2	
Caldera	x	x	100%
PTAR	x	x	100%
Mezcladora	x	x	100%
Espesamiento	x	x	100%

En el ramo de empaque (tabla 4.21), los procesos utilizados son para el tratamiento del agua que será utilizado en la preparación del producto.

Tabla 4.22. Procesos donde interviene el agua en el ramo del rastro.

Proceso	Industrias analizadas		Porcentaje de procesos coincidentes (%)
	1	2	
Torre de enfriamiento	x	x	100%
Limpieza	x	x	100%

En el ramo del rastro (tabla 4.22), los procesos utilizados son procesos auxiliares, como las torres de enfriamiento para refrigeración del lugar y la limpieza después de haber procesado el producto.

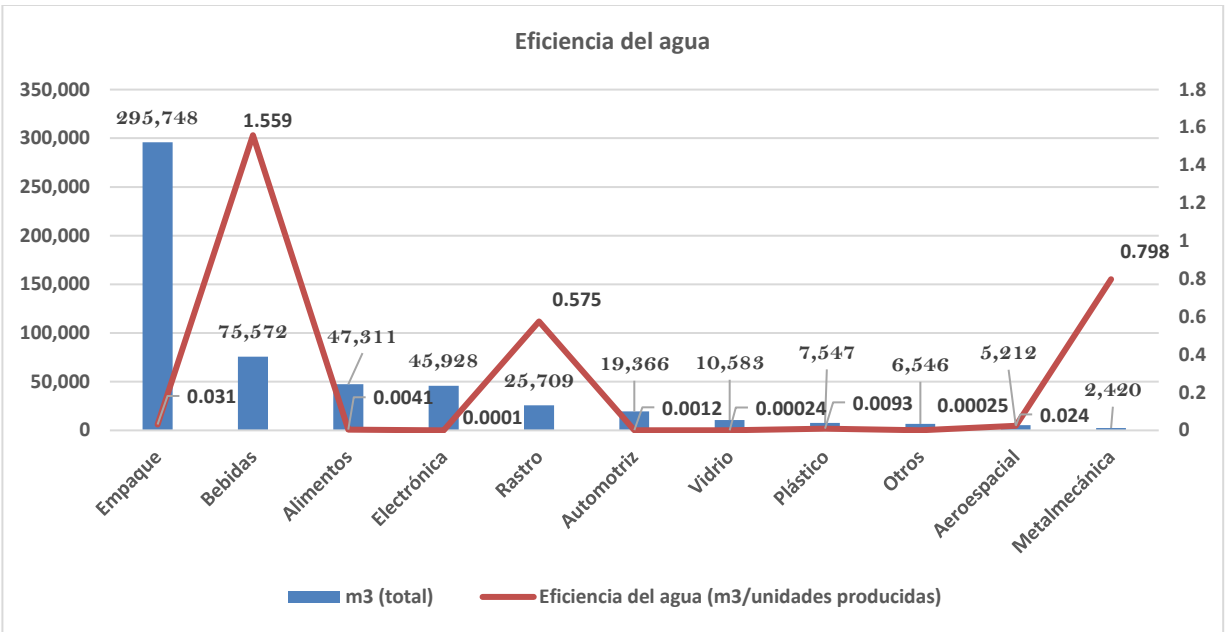


Figura 4.4 Eficiencia física del agua y volumen total consumido en la industria en Mexicali.

Por último, se analizó sus consumos y certificaciones con base en la clasificación micros, pequeñas y medianas industrias (MIPyMES), se pretende que sea para todo tipo de pequeñas y medianas industrias (PyMES).

Tabla 4.24. Consumo de acuerdo a clasificación MIPyMES (mediana) en la industria.

MIPyMES	Ramo	Encuestas	m³ (total)	Promedio	Max	Min
Mediana	Alimentos	1	1,861	N/A	N/A	N/A
Mediana	Bebidas	1	10,366	N/A	N/A	N/A
Mediana	Electrónica	2	1,668	834	1,028	641
Mediana	Empaque	1	194,571	N/A	N/A	N/A
Mediana	Metalmeccánica	1	126	N/A	N/A	N/A
Mediana	Otro	3	6,441	2,147	6,000	65
Mediana	Plástico	4	3,791	948	1,503	234

Las industrias manufactureras de Mediana empresa por número de personas ocupadas son de 51 a 250 empleados (INEGI, 2020). De las 44 empresas encuestadas, 13 son mediana empresa (ver tabla 4.24), donde se tiene un máximo de 250 y un mínimo de 53 empleados y el resto de las empresas corresponden a la clasificación grande, que se observa en la tabla 4.25.

Tabla 4.25. Consumo de acuerdo a clasificación MIPyMES (Grande) en la industria.

MIPyMES	Ramo	Encuestas	m ³ (total)	Promedio	Max	Min
Grande	Aeroespacial	2	5,212	2,606	4,637	575
Grande	Alimentos	3	45,450	15,150	40,000	1,200
Grande	Automotriz	3	19,366	6,455	16,838	1,028
Grande	Bebidas	2	59,609	29,805	29,920	29,689
Grande	Electrónica	8	44,259	5,532	37,039	350
Grande	Empaque	1	101,177	N/A	N/A	N/A
Grande	Metalmecánica	1	2,294	N/A	N/A	N/A
Grande	Otro	2	105	53	55	50
Grande	Plástico	4	3,756	939	1,041	801
Grande	Rastro	2	25,709	12,855	15,532	10,177
Grande	Vidrio	3	10,583	3,528	9,500	439

Las industrias manufactureras de Grande empresa por número de personas ocupadas son de 251 o más empleados (INEGI, 2020). De las 44 empresas encuestadas, 31 son empresas de clasificación grandes empresas, donde se tiene un máximo de 5,000 y un mínimo de 270 empleados.

Tabla 4.26. Certificaciones ambientales de acuerdo a clasificación MIPyMES (Grande) en la industria.

MIPyMES	Industrias	Certificaciones
Mediana	8	No
Mediana	3	ISO 14001
Mediana	1	ISO 14000
Mediana	1	ESR
Grande	17	ISO 14001
Grande	2	ISO 14000
Grande	1	Reconocimiento CESP
Grande	1	Green Seal
Grande	10	No

Lo anteriormente mencionado, impacta en que 18 empresas no cuentan con ningún tipo de certificación ambiental; de las cuales 10 son grandes empresas y 8 son medianas empresas, 20 empresas están certificadas en el ISO 14001; 17 de estas son grandes empresas y 3 son medianas empresas, 3 cuentan con ISO 14000; de las cuales 2 son

grandes empresas y una es mediana empresa, además una mediana empresa cuenta la distinción de empresa socialmente responsable y una grande empresa con un reconocimiento de CESPМ.

De la certificación Industria Limpia, en la clasificación mediana empresa, de las 13 industrias ninguna cuenta con esta certificación, de las 31 grandes empresas solo 28 cuentan con esa distinción. El que una empresa cuente con una certificación voluntaria como las anteriormente mencionadas, influyen en que estas previamente demuestran, medidas correctivas y planes de trabajo para la reducción en el consumo del agua, correcciones en la calidad de sus descargas y optimización de sus procesos.

Tabla 4.27. Certificación Industria Limpia de acuerdo a estratificación INEGI(Grande) en la industria(INEGI, 2020).

MIPyMES	Industria	Cantidad	Industria Limpia
Grande	Aeroespacial	2	No
Grande	Alimentos	2	No
Grande	Alimentos	1	Si
Grande	Automotriz	1	Si
Grande	Automotriz	2	No
Grande	Bebidas	2	No
Grande	Electrónica	8	No
Grande	Empaque	1	Si
Grande	Metalmecánica	1	No
Grande	Otro	2	No
Grande	Plástico	4	No
Grande	Rastro	2	No
Grande	Vidrio	3	No

En la ciudad de Mexicali, se tuvo una facturación de 88,265,447 m³ por los sectores industrial, residencial, comercial y municipal, de los cuales se facturaron 4,601,455 m³ para la industria, de acuerdo al estudio realizado la industria retorna el 61% del agua utilizada, lo cual se estimó que se tuvo una descarga de 2,783,998 m³, para ese mismo año Mexicali tuvo una recolección en su sistema de 74,456,950 m³ de agua residual, correspondiente al 16% de pérdidas anuales (tabla 4.28) (Guadalupe Rodriguez Villanueva, 2021).

Tabla 4.28. Retorno de aguas residuales anuales.

Porcentaje de descarga residuales promedio	Consumo Facturado Mexicali (m3,2020)	Facturación industria (m3, 2020)	Descarga residual industria (m3, 2020)	Descarga residual (m3, 2020)	Porcentaje de pérdidas en la industria (2020)	Porcentaje de pérdidas totales (2020)
61%	88,265,447.00	4,601,455.00	2,783,998.26	74,456,950.00	2%	16%
	Consumo Facturado Mexicali (m3,2019)	Facturación industria (m3, 2019)	Descarga residual industria (m3, 2019)	Descarga residual (m3, 2019)	Porcentaje de pérdidas en la industria (2019)	Porcentaje de pérdidas totales (2019)
	83,531,252.00	4,607,719.00	-	71482063	6%	14%

En verano del consumo de agua total en promedio se retorna el 36% del agua utilizada, a excepción del ramo de alimentos donde solo se retorna el 30% y el de bebidas donde solo se retorna el 26% del total de la cual se utiliza (tabla 4.29).

Tabla 4.29. Retorno de aguas residuales en verano.

Ramo	Empresas encuestadas	Consumo de agua				Agua residual			
		m ³ (total)	Promedio	Max	Min	m ³ (total)	Promedio	Max	Min
Electrónica	10	45,928	4,593	37,039	350	16,392	1,639	13,219	125
Plástico	8	7,547	943	1,503	234	2,694	337	536	84
Otros	5	8,314	1,663	6,000	50	2,967	594	2,141	18
Alimentos	4	47,311	11,828	40,000	1,200	14,193	3,548	12,000	360
Bebidas	3	52,286	17,429	29,920	10,366	13,537	4,512	7,746	2,684
Automotriz	3	19,366	6,455	16,838	1,028	6,912	2,304	6,009	367
Vidrio	3	10,583	3,528	9,500	439	3,777	1,259	3,391	157
Empaque y embalaje	2	295,748	147,874	194,571	101,177	105,552	52,776	69,442	36,110
Rastro	2	25,709	12,855	15,532	10,177	9,176	4,588	5,543	3,632
Aeroespacial	2	5,212	2,606	4,637	575	1,860	930	1,655	205
Metalmecánica	2	2,420	1,210	2,294	126	864	432	819	45

Tabla 4.30. Retorno de aguas residuales en invierno.

Ramo	Empresas encuestadas	Consumo de agua				Agua residual			
		m3 (total)	Promedio	Max	Min	m3 (total)	Promedio	Max	Min
Electrónica	10	45,928	4,593	37,039	350	42,525	4,253	34,294	324
Plástico	8	7,547	943	1,503	234	6,988	873	1,392	217
Otros	5	8,314	1,663	6,000	50	7,698	1,540	5,555	46
Alimentos	4	47,311	11,828	40,000	1,200	14,193	3,548	12,000	360
Bebidas	3	52,286	17,429	29,920	10,366	13,537	4,512	7,746	2,684
Automotriz	3	19,366	6,455	16,838	1,028	17,931	5,977	15,590	952
Vidrio	3	10,583	3,528	9,500	439	9,799	3,267	8,796	406
Empaque y embalaje	2	295,748	147,874	194,571	101,177	273,833	136,917	180,153	93,680
Rastro	2	25,709	12,855	15,532	10,177	23,804	11,902	14,381	9,423
Aeroespacial	2	5,212	2,606	4,637	575	4,826	2,413	4,293	532
Metalmecánica	2	2,420	1,210	2,294	126	2,241	1,120	2,124	117

En invierno (ver tabla 4.30) el consumo de agua total en promedio se retorna el 92% del agua utilizada, a excepción del ramo de alimentos donde solo se retorna el 30% y el de bebidas donde solo se retorna el 26% del total utilizado.

4.4 Indicadores

De acuerdo a la revisión de criterios para definir un indicador, de los 36 indicadores previamente seleccionados se descartaron 12 por no ser viables al momento de implementar y se definieron 22 en total, de los cuales los indicadores número 14 y 15 que se refieren a los costos ambientales directos e indirectos, se planteó, su factibilidad e implementación en la ciudad mediante los datos recabados por la encuesta.

Estos se clasificaron de la siguiente manera: 7 indicadores ambientales, 5 indicadores económicos, 5 indicadores sociales y 6 indicadores residuales.

Ficha técnica 1. Indicador consumo total de agua

Objetivo:	Se requiere conocer el consumo de agua de toda la organización en un periodo de tiempo.
Tipo:	Productividad hídrica
Formula (4):	$\text{Consumo total de agua}$ $= \text{Lectura del periodo actual (m}^3\text{)}$ $- \text{Lectura del periodo anterior (m}^3\text{)}$
Fuente de datos:	Se toma del medidor de entrada a la organización, el que utiliza el organismo operador.
Unidad de medida:	m ³
Frecuencia de la toma de datos:	Mensual
Frecuencia del cálculo:	
Frecuencia del análisis:	
Meta:	Disminuir el valor del indicador analizando si esta disminución no es debida a otros indicadores interrelacionados y no a un ahorro real de agua.
Desventajas:	Su disminución puede verse afectada por cambios en la producción, en el personal o cambios estacionales.
Observaciones:	La frecuencia de la toma de datos puede adaptarse a las necesidades de la empresa, ampliando o reduciendo el intervalo, pero no deben ser mayores a un mes.

Ficha técnica 2. Indicador consumo de agua por proceso

Objetivo:	Conocer el consumo de agua en cada proceso, como en torres de enfriamiento, calderas, sistemas de tratamiento de agua, dentro de un proceso productivo.
Tipo:	Productividad hídrica
Formula (5):	$\text{Consumo de agua por proceso}$ $= \text{Lectura de periodo actual}$ $- \text{Lectura de periodo anterior en el medidor de agua del proceso}$
Fuente de datos:	Para obtener este dato se requiere que cada proceso que se desea monitorear cuente con un medidor de flujo a la entrada.
Unidad de medida:	m ³
Frecuencia de la toma de datos:	Mensual
Frecuencia del cálculo:	
Frecuencia del análisis:	
Meta:	Disminuir el valor del indicador analizando si esta disminución no es debida a otros indicadores interrelacionados y no a un ahorro real de agua.
Desventajas:	Se requiere tener instalados medidores de agua en la entrada a los procesos para el cálculo de este valor.
Observaciones:	Se requiere un diagrama de flujo desde su entrada hasta sus descargas, en el cual el consumo total del agua menos la sumatoria de los consumos de agua por procesos deberá ser igual a cero, si contamos con un valor, en caso de ser positivo se encuentran otros usos de agua no identificados, en caso de contar con un valor negativo, se debe de cotejar el diagrama de flujo o revisar si los medidores están midiendo correctamente debido a fugas no detectadas.

Ficha técnica 3. Indicador del porcentaje de agua utilizada por proceso en relación al consumo total

Objetivo:	Es el porcentaje de utilización del recurso hídrico en un proceso con respecto al total.
Tipo:	Productividad hídrica
Formula (6):	$\text{Porcentaje de utilización} = \frac{\text{Consumo del proceso (m}^3\text{)}}{\text{Consumo total de agua (m}^3\text{)}}$
Fuente de datos:	Se requiere el cálculo del consumo de agua del proceso a analizar y el consumo total de agua. El periodo debe ser el mismo en cada uno de ellos.
Unidad de medida:	%
Frecuencia de la toma de datos:	Mensual
Frecuencia del cálculo:	
Frecuencia del análisis:	
Meta:	Analizar en qué proceso recae su mayor utilización.
Desventajas:	Se requiere conocer los procesos, para poder realizar un análisis, además si la empresa no cuenta con un diagrama de flujo hídrico e instalados medidores en sus procesos, se tendría un análisis incompleto
Observaciones:	Misma observación que ficha técnica 3.

Ficha técnica 4. Indicador de porcentaje de procesos controlados

Objetivo:	Se busca el poder contar como empresa un balance hídrico preciso, para esto mientras mayor sean los procesos controlados, se tendrá mejor certidumbre de los resultados, esto se refiere a cuantos procesos cuentan con medición a su entrada y salida y cuantos procesos utilizan agua.
Tipo:	Productividad hídrica
Formula (7):	$\% \text{ de procesos controlados} = \frac{\# \text{ de procesos controlados}}{\# \text{ total de procesos}}$
Fuente de datos:	Se requiere hacer una relación de todos los procesos, equipos y servicios donde interviene el agua para obtener el número total de procesos y para obtener el número de procesos controlados es de cada uno de los mencionados cuantos tienen medición de consumo a sus entradas y salidas.
Unidad de medida:	%
Frecuencia de la toma de datos:	Mensual
Frecuencia del cálculo:	
Frecuencia del análisis:	
Meta:	Conocer si se tiene cierto nivel de control de monitoreo de los procesos donde interviene el agua.
Desventajas:	Para el logro de este objetivo se deben de hacer análisis en cada proceso para determinar sus entradas, salidas e instalar en cada uno de estos un medidor, el cual debe de ser el óptimo de acuerdo al tipo de agua.

Ficha técnica 5. Indicador de consumo total de agua por cantidad de producto

Objetivo:	Conocer cuánta agua se requiere por una unidad de producto.
Tipo:	Productividad hídrica
Formula (8):	$Eficiencia = \frac{\text{Consumo total de agua en el periodo evaluado}}{\text{Unidades de producto producidos en el periodo evaluado}}$
Fuente de datos:	El consumo total de agua se obtiene del indicador mismo y el otro es la cantidad de unidades producidas, estas deben de ser del mismo periodo.
Unidad de medida:	m3/unidad de producto
Frecuencia de la toma de datos:	Mensual
Frecuencia del cálculo:	
Frecuencia del análisis:	
Meta:	Medir la eficiencia en la utilización del agua para buscar optimizar el proceso.
Desventajas:	Se puede a tener calculado este indicador, pero si no se tiene punto de comparación de este con otra industria del mismo ramo y tipo de producto, no se podrá evaluar.

Ficha técnica 6. Cantidad de producto por consumo total de agua

Objetivo:	Se busca conocer la cantidad de producto que se genera por una unidad de agua
Tipo:	Productividad hídrica
Formula (9):	$Productividad = \frac{\text{Unidades de producto producidos en el periodo evaluado}}{\text{Consumo total de agua en el periodo evaluado}}$
Fuente de datos:	Son los mismos datos requeridos para la eficiencia del agua, calculados anteriormente.
Unidad de medida:	Unidad de producto/m3
Frecuencia de la toma de datos:	Mensual
Frecuencia del cálculo:	
Frecuencia del análisis:	
Meta:	Se busca el mejoramiento de la productividad del agua
Desventajas:	Se puede crear confusión con el indicador de eficiencia y productividad. En el primero indicador se busca disminuir el consumo de agua en el segundo su finalidad es aumentar la producción por m ³ de agua.

Ficha técnica 7. Porcentaje de utilización del agua

Objetivo:	Se busca conocer el porcentaje de utilización de agua de un proceso o un producto en relación al consumo total
Tipo:	Productividad hídrica
Formula (10):	$\text{Intensidad} = \frac{\text{Consumo total de agua en un producto o proceso}}{\text{Consumo total de agua}}$
Fuente de datos:	Son los datos de consumo de agua global en un periodo y el consumo del proceso específico o del producto
Unidad de medida:	%
Frecuencia de la toma de datos:	Mensual
Frecuencia del cálculo:	
Frecuencia del análisis:	
Meta:	Se busca el analizar en qué procesos se tienen el mayor porcentaje de utilización y en el producto analizar el impacto del uso del agua.

Ficha técnica 8. Volumen total de agua tratada

Objetivo:	Conocer la cantidad de agua que es tratada en un periodo de tiempo.
Tipo:	Revitalización hídrica
Formula (11):	$\text{Volumen tratada} = \text{Lectura del periodo (m}^3\text{)} - \text{Lectura del periodo anterior (m}^3\text{)}$
Fuente de datos:	Con los datos recolectados del medidor a la salida de la planta de tratamiento de agua, si esta es almacenada, antes de ser almacenada, o antes de ser descargada. Además, se deberá especificar en qué proceso se utiliza y que tratamiento se utilizó.
Unidad de medida:	m ³
Frecuencia de la toma de datos:	Mensual
Frecuencia del cálculo:	
Frecuencia del análisis:	
Meta:	Informar cuánta agua es tratada
Desventajas:	Se requiere contar con medidor a la salida de la planta de tratamiento de agua.

Ficha técnica 9. Porcentaje de agua tratada

Objetivo:	Contar con el dato de cuánta agua es tratada respecto al total de agua utilizada en un periodo de tiempo.
Tipo:	Revitalización hídrica
Formula (12):	$\% \text{ Agua tratada} = \frac{\text{Volumen tratada (m}^3\text{)}}{\text{consumo total de agua (m}^3\text{)}} * 100$
Fuente de datos:	Se requiere previamente contar con estos dos indicadores (volumen de agua tratada y consumo total de agua).
Unidad de medida:	%
Frecuencia de la toma de datos:	Mensual
Frecuencia del cálculo:	
Frecuencia del análisis:	
Meta:	Para tener un mejor aprovechamiento de los recursos, se requiere que el porcentaje de volumen de agua residual tratada aumente, para contar con un mejor manejo.
Desventajas:	Solo se puede calcular si se cuenta con medidor en la planta de tratamiento de aguas residuales y se lleva un registro de los dos indicadores previamente mencionados.

Ficha técnica 10. Volumen total de agua reutilizada

Objetivo:	Contabilizar cuánta agua tratada es reutilizada.
Tipo:	Revitalización hídrica
Formula (13):	$\text{Volumen total agua reutilizada} \\ = \text{Lectura del periodo actual (m}^3\text{)} - \text{Lectura del periodo anterior (m}^3\text{)}$
Fuente de datos:	Se toma de la salida que se derive a la reutilización, debe contar con medidor de salida de la planta de tratamiento de aguas residuales.
Unidad de medida:	m3
Frecuencia de la toma de datos:	Mensual
Frecuencia del cálculo:	
Frecuencia del análisis:	
Meta:	Se busca promover la reutilización del agua residual tratada.
Desventajas:	Solo se especifica el volumen, no se llega a detalle donde se utiliza el agua tratada, se requiere tener medidor, además si se cuenta con altos volúmenes de agua tratada y se desea contar con el 100% de utilización se debe contar con un tanque de almacenamiento.

Ficha técnica 11. Porcentaje de agua reutilizada

Objetivo:	Conocer cuanta del agua tratada es utilizada para otra actividad.
Tipo:	Revitalización hídrica
Formula (14):	$\frac{\text{Volumen total agua reutilizada}}{\text{Volumen total de agua (m}^3\text{)}} = \frac{\text{Lectura del periodo actual (m}^3\text{)} - \text{Lectura del periodo anterior (m}^3\text{)}}{\text{Volumen total de agua (m}^3\text{)}}$
Fuente de datos:	Se utilizan el indicador de volumen de agua reutilizada y agua tratada.
Unidad de medida:	%
Frecuencia de la toma de datos:	Mensual
Frecuencia del cálculo:	
Frecuencia del análisis:	
Meta:	Informar cuanto del agua tratada es reutilizada.
Desventajas:	Solo se informa la cantidad de agua tratada, no se especifica donde se utiliza el agua y si se está dando un uso adecuado.
Observaciones:	Para completar la evaluación se debe de especificar dónde se utiliza y revisar el procedimiento y frecuencia que se utiliza.

Ficha técnica 12. Descarga total de aguas residuales

Objetivo:	Medir la cantidad de las descargas de aguas residuales que realizan en un periodo dado.
Tipo:	Revitalización hídrica
Formula (15):	$\text{Descarga de agua total} = \text{Lectura del periodo actual (m}^3\text{)} - \text{Lectura del periodo anterior (m}^3\text{)}$
Fuente de datos:	Se toma lectura de los medidores.
Unidad de medida:	m3
Frecuencia de la toma de datos:	Mensual
Frecuencia del cálculo:	
Frecuencia del análisis:	
Meta:	Conocer cuánta agua se descarga.
Desventajas:	Si no cuentan con una planta de tratamiento donde se recolecten todos los residuos que generen incluyendo de las aguas sanitarias, se tendrá incertidumbre.

Ficha técnica 13. Descarga de agua por tipo

Objetivo:	Conocer el volumen de los diferentes tipos de agua que se descargan.
Tipo:	Revitalización hídrica
Formula:	No cuenta con formula, se identifican cuáles son los diferentes tipos de agua utilizados en los distintos procesos.
Fuente de datos:	Recolección de datos de la información de los diferentes procesos y servicios.
Unidad de medida:	m3
Frecuencia de la toma de datos:	Mensual
Frecuencia del cálculo:	
Frecuencia del análisis:	
Meta:	Evaluar los diferentes tipos de aguas que se descargan para analizar, en caso de contar con PTAR si esta es la idónea para la organización, si no cuenta revisar si es requerido contar con PTAR de acuerdo a sus actividades.
Desventajas:	Se tienen que conocer los diferentes procesos en los que interviene el agua.

Ficha técnica 14. Unidad de valor agregado neto por consumo total de agua

Objetivo:	Conocer la eficiencia económica del agua. Es decir, cuánto dinero vale producir un producto por metro cuadrado.
Tipo:	Económico
Formula (16):	$Eficiencia\ económica = \frac{Unidad\ de\ valor\ agregado\ neto\ en\ el\ periodo\ evaluado}{Consumo\ total\ de\ agua\ en\ el\ periodo\ evaluado}$
Fuente de datos:	El consumo total de agua se obtendrá del indicador que anteriormente se mencionó, el de unidad de valor agregado neto, estos datos los tendrá departamentos de finanza o administración.
Unidad de medida:	\$/m3
Frecuencia de la toma de datos:	Mensual/anual
Frecuencia del cálculo:	
Frecuencia del análisis:	
Meta:	Se busca disminuir el consumo y aumentar el valor agregado
Desventajas:	El dato del valor agregado neto corresponde exclusivamente del departamento de finanzas y/o administración, hay datos que no se comparten entre departamentos si no se puede justificar la solicitud. El cálculo mensual o anual puede variar ya que depende de quien calcula el valor agregado neto.

Ficha técnica 15. Costos ambientales directos

Objetivo:	Determinar los costos que se generan por tema ambiental ya sea por temas de prevención, pero más importante los ocasionados por malas prácticas.
Tipo:	Económico
Formula (17):	$\text{Costo ambiental directo} \\ = \text{Costos de prevención ambiental} + \text{Costos de detección ambiental} \\ + \text{Costo de fallas ambientales internas} + \text{Costo de fallas ambientales externas}$
Fuente de datos:	Los costos de prevención ambiental se refieren a las actividades que se llevan a cabo para prevenir la producción de contaminantes que pudieran ocasionar daños al ambiente (como evaluación de proveedores, acreditación de ISO 14001, entre otros). Costos de detección ambiental se refiere a las actividades que se han ejecutado para determinar si los productos, los procesos y otras actividades dentro de la empresa están en cumplimiento con los estándares ambientales apropiados (Tales como Políticas ambientales internas, cumplimiento gubernamental y normas voluntarias). Costo de fallas ambientales internas son los costos en los que se incurrió debido a que las actividades desempeñadas produjeron contaminantes y residuos pero que no se han descargado al ambiente. Costos de fallas ambientales externas son los costos de las actividades realizadas después de descargar los contaminantes y los residuos hacia el ambiente. Los costos de fallas externas realizados son aquellos que lleva a cabo la empresa y que paga. (Don R. Hasen; Maryanne M. Mowen, 2007).
Unidad de medida:	\$
Frecuencia de la toma de datos:	Mensual
Frecuencia del cálculo:	
Frecuencia del análisis:	
Meta:	Identificar los costos generados por malas prácticas.
Desventajas:	Se presenta al momento de contar con un registro completo de los costos y clasificarlos correctamente al presupuesto medioambiental.

Ficha técnica 16. Costos ambientales indirectos

Objetivo:	Registrar los costos ambientales que se generan por malas prácticas y aunque este gasto no lo genera la empresa sino un tercero, conocer los costos por los impactos que no se responsabilizan.
Tipo:	Económico
Formula (18):	$\text{Costo ambiental indirecto} \\ = \text{gastos por multas y sanciones} + \text{costo ambientales asumidos por terceros}$
Fuente de datos:	Son los costos de fallas ambientales que son ocasionados por la empresa, pero suceden y se pagan por partes externas a la empresa. Los costos sociales se pueden subclasificar en: Aquellos que resultan de la degradación ambiental y aquellos que están asociados con el impacto adverso sobre la propiedad o el bienestar de los individuos.
Unidad de medida:	\$
Frecuencia de la toma de datos:	Mensual
Frecuencia del cálculo:	
Frecuencia del análisis:	
Meta:	Se busca controlar las afectaciones que no se responsabiliza la organización directamente, pero estas pueden terminar en gastos por multas ambientales por parte del gobierno.
Desventajas:	Se requiere tiempo de investigación de organizaciones que hayan realizado dichas correcciones y no siempre la información puede estar disponible.

Ficha técnica 17. Costo del consumo mensual del agua.

Objetivo:	Buscar una gestión del consumo para su análisis y control del uso.
Tipo:	Económico
Formula (19):	$\text{Costo consumo mensual de agua} = \text{Consumo} * \frac{\$}{m^3}$
Fuente de datos:	Este se obtiene del recibo del organismo operador.
Unidad de medida:	\$
Frecuencia de la toma de datos:	Mensual
Frecuencia del cálculo:	
Frecuencia del análisis:	
Meta:	Se requiere tener un mejor control de los gastos y buscar la disminución.
Desventajas:	Si no se tienen identificados los gastos, el cálculo no se podrá realizar correctamente.

Ficha técnica 18. Costo total del agua

Objetivo:	Llevar a cabo una correcta gestión de los gastos realizados y sus impactos.
Tipo:	Económico
Formula (20):	$\text{Costo total del agua} = \text{Costos ambientales directos} + \text{Costos ambientales indirectos} + \text{Costo total de consumo mensual del agua} + \text{gastos de la red hidráulica}$
Fuente de datos:	Los primeros dos corresponden a los indicadores anteriormente explicados, el costo del consumo mensual corresponde al monto que se pagó y gastos referentes a red hidráulica son cualquier reparación, ampliación correspondiente a la red.
Unidad de medida:	\$
Frecuencia de la toma de datos:	Mensual
Frecuencia del cálculo:	
Frecuencia del análisis:	
Meta:	Se requiere tener un mejor control de los gastos y los impactos de las fallas y poder tener un control preventivo y no correctivo de las instalaciones.
Desventajas:	Si no se tienen identificados los gastos, el cálculo no se podrá realizar correctamente.

Ficha técnica 19. Gastos en proyectos hídricos de beneficio social

Objetivo:	Dar a conocer los apoyos que se están dando a la comunidad, en proyectos que impliquen el uso hídrico que impacte en la población positivamente. Como reusó de agua en áreas verdes en espacios públicos.
Tipo:	Social
Fuente de datos:	El informe corresponde al área administrativa para tener un control detallado de los gastos.
Unidad de medida:	\$
Frecuencia de la toma de datos:	Mensual
Frecuencia del cálculo:	
Frecuencia del análisis:	

Ficha técnica 20. Gastos en beneficio social como porcentaje de los egresos

Objetivo:	Conocer el porcentaje correspondiente de los egresos.
Tipo:	Social
Formula:	$\% = \frac{\text{Gastos en beneficio social}}{\text{egresos}}$
Fuente de datos:	De la misma manera que la parte de los indicadores económicos y sociales, dicho control lo tiene el área administrativa.
Unidad de medida:	\$
Frecuencia de la toma de datos:	Mensual
Frecuencia del cálculo:	
Frecuencia del análisis:	
Meta:	Conocer cuánto del presupuesto mensual fue destinado a beneficio social.

Ficha técnica 21. Tasa de mejoras sugeridas por los empleados en el desempeño del agua

Objetivo:	Promover la participación de los empleados en los procesos de mejora ambiental en la utilización del agua.
Tipo:	Social
Formula (21):	$\text{Tasa de mejoras} = \frac{\text{Cantidad de mejoras sugeridas por un periodo dado}}{\text{cantidad de empleados}}$
Fuente de datos:	Se recolectan de cada departamento al llevar una bitácora de quien sugiere la mejora, su propuesta y seguimiento de si dicha propuesta es aprobada.
Unidad de medida:	\$
Frecuencia de la toma de datos:	Mensual
Frecuencia del cálculo:	
Frecuencia del análisis:	
Meta:	Que el mismo trabajador sea quien proponga mejoras en los procesos, al ser él quien es el que conoce mejor su proceso.
Desventajas:	No contar con un incentivo económico.

Ficha técnica 22. Número de horas de capacitación de empleados por año

Objetivo:	Se busca el promover la capacitación a los empleados en diferentes temáticas respecto al uso y cuidado del agua.
Tipo:	Social
Formula (22):	$Tasa\ de\ mejoras = \frac{Cantidad\ de\ mejoras\ sugeridas\ por\ un\ periodo\ dado}{cantidad\ de\ empleados}$
Fuente de datos:	Si la empresa cuenta con un departamento de capacitación sería su responsabilidad el llevar este registro, en caso contrario cada departamento deberá llevar su registro.
Unidad de medida:	horas
Frecuencia de la toma de datos:	Mensual
Frecuencia del cálculo:	
Frecuencia del análisis:	

Ficha técnica 23. Consumo de agua per cápita

Objetivo:	Conocer la proporción del consumo de agua por empleado.
Tipo:	Social
Formula (23):	$Consumo\ de\ agua\ per\ cápita = \frac{Consumo\ total\ de\ agua}{Número\ total\ de\ trabajadores}$
Fuente de datos:	Se requiere obtener el consumo total de agua y tener actualizado la base de datos de empleados, solo se requerirá los datos de empleados, no se consideran proveedores.
Unidad de medida:	$\frac{m^3}{empleado}$
Frecuencia de la toma de datos:	Mensual
Frecuencia del cálculo:	
Frecuencia del análisis:	
Meta:	Este valor, aunque es solo informativo es complementario para el análisis de otros indicadores.
Desventajas:	Por sí solo, puede no darnos una orientación para su análisis, es requerido complementarse con otros indicadores para emitir un reporte.

4.5 Evaluación del Índice de Sustentabilidad

Para evaluar el diseño, los criterios generales son: indicadores de rendimiento medioambiental hídrico, dividido en productividad hídrica, revitalización hídrica, económica y social.

A cada uno de los criterios, anteriormente mencionados, se le asignó un factor de peso de acuerdo con la importancia que tomaron dentro del tema, en el caso de buscar el desarrollo sustentable, se otorga de manera equitativa el mismo peso.

Por lo cual, al ser 23 indicadores, se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Factor de peso} = \frac{1}{23} = 0.043$$

Este factor de peso se calculó por la cantidad de indicadores que consideraba cada criterio general, es decir,

Productividad hídrica cuenta con 7 indicadores, revitalización hídrica con 6 indicadores, económico y social con 5 indicadores cada uno, por lo cual, se determinó de la siguiente manera:

$$\text{Productividad hídrica} = 0.043 * 7 = 0.301 \approx 30\%$$

$$\text{Revitalización hídrica} = 0.043 * 6 = 0.258 \approx 26\%$$

$$\text{Económico} = 0.043 * 5 = 0.215 \approx 22\%$$

$$\text{Social} = 0.043 * 5 = 0.215 \approx 22\%$$

Esta ponderación igual para cada uno de los indicadores fue utilizada por Saldívar y colaboradores, mediante la metodología de Teoría de Decisiones de Atributos Múltiples. Sin embargo, los autores usan ponderaciones en función de cuantas clasificaciones se dividió, sin considerar la cantidad de indicadores por clasificación.

El siguiente paso fue asignarle a cada atributo una función de utilidad que da uniformidad en unidades y valores a los atributos. La función de utilidad de un atributo, es la escala que se le asigna a dicho atributo, dentro del modelo. Dicha función asocia al parámetro considerado con una escala de valores adimensional de 0 a 1 (donde 0 expresa el grado más bajo de sustentabilidad y 1 el más alto).

De tal manera que se puede calificar el índice de la región que se está evaluando. Esto permite comparar entre si parámetros que pertenecen a diferentes sistemas y tienen distintas unidades.

Para el cálculo del Índice de Desarrollo Sustentable del Agua (IDSA), el cual se definirá como el promedio ponderado de los cuatro factores de sustentabilidad (Indicadores generales):

- A: Productividad hídrica.
- B: Revitalización hídrica.
- C: Económico.
- D: Social.

La suma de la ponderación de los cuatro factores debe ser igual a 100 (ver ecuación 24), es decir, si A, B, C y D son las ponderaciones de los criterios seleccionados, entonces:

$$0.3A + 0.26B + 0.22C + 0.22D = 100 \quad (24)$$

A su vez la suma de las ponderaciones de los indicadores específicos de cada uno de los criterios generales es también igual a 100, esto es:

$$\begin{aligned} a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_n &= 100 \\ b_1 + b_2 + b_3 + b_4 + b_n &= 100 \\ &\dots \\ n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_n &= 100 \end{aligned}$$

Por lo tanto, el IDSA se define como:

IDSA = Índice de Desarrollo Sustentable del Agua (ver ecuación 25)

$$IDSA = \sum_{j=1}^3 FIG_j \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{n_j} VA_{ji} FI_{ji} \quad (25)$$

Donde:

FIG_j = Factor de peso del j-ésimo Indicador General.

VA_{ji} = Valor del i-ésimo Indicador específico del j-ésimo Indicador General.

FI_{ji} = Factor de peso del i-ésimo indicador específico perteneciente al j-ésimo Indicador General.

n_j = Número de indicadores específicos del j-ésimo Indicador General.

Si un indicador específico esta subdividido en subindicadores específicos, entonces:

$$VA_{ji} = \frac{1}{100} \sum_{k=1}^{n_{ji}} VSI_{jik} FSI_{jik}$$

Donde:

V_{Sljk} = Valor del k-ésimo subindicador específico del i-ésimo indicador específico que está debajo del j-ésimo indicador general.

F_{Sljk} = Factor de peso del k-ésimo subindicador específico perteneciente al i-ésimo indicador específico que está debajo del j-ésimo indicador general.

N_{ji} = Número de subindicadores específicos del i-ésimo indicador específico que está debajo del j-ésimo indicador general.

A modo de ejemplo de las funciones de utilidad que se diseñaron se muestra la asociada al atributo de PIB/per cápita:

$$PIB \cdot per \ capita_{1995} = \frac{PIB_{dols \cdot precios \cdot de \ mercado}}{Poblacion} = 6134$$

Donde:

PIB = Producto Interno Bruto del DF en dólares.

PB = Población total del DF.

En suma:

Producto Interno Bruto per cápita (PIB) = el valor de la producción interna por persona.

Producto Nacional Bruto per cápita (US\$) = PIB + el ingreso neto que los residentes reciben del extranjero.

A continuación, se muestra la fórmula de la función de utilidad que se propone para evaluar este indicador o atributo:

$$I_{PIB \cdot per \ capita} = \frac{PIB_{DF} - PIB_{MIN}}{PIB_{MAX} - PIB_{MIN}}$$

$$0, si \ PIB_{DF} \leq PIB_{MIN}$$

$$1, si \ PIB_{DF} \geq PIB_{MAX}$$

Donde:

I_{PIB} = Indicador de Producto Interno Bruto per cápita.

PIB_{min} = 5 790 dólares (Polonia).

PIB_{max} = 20 860 dólares (OCDE).

El resultado obtenido para el I_{PIB} de 1995 es:

Sustituyendo,

$$I_{PIB\cdot per\cdot capita} = \frac{6,134 - 5,790}{20,860 - 5,790} = 0.02$$

Por último, de acuerdo con la información disponible, la formulación del índice se apoya en los indicadores generales y sus indicadores específicos correspondientes se muestran en la siguiente figura:

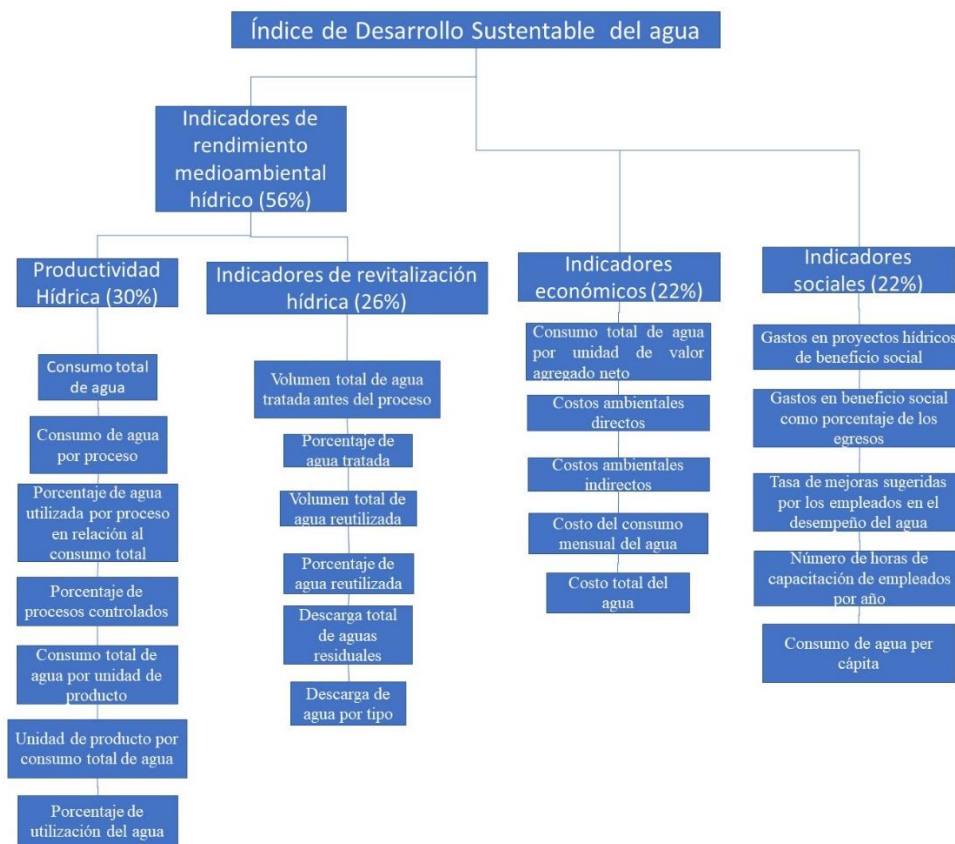


Figura 4.5 Árbol de interacción entre los diferentes tipos de indicadores

Para cada uno de los indicadores seleccionados se calculará de acuerdo a la fórmula antes expresada, por ejemplo, en el indicador 1 se realiza de la siguiente manera:

1. Consumo total de agua.

La fórmula de la función de utilidad que se propone para evaluar este indicador o atributo:

$$I_{consumo\cdot total\cdot de\cdot agua} = \left| \frac{CA_{Usuario} - CA_{MIN}}{CA_{MAX} - CA_{MIN}} \right|$$

$$1, \text{ si } CA_{\text{Usuario}} \leq CA_{\text{MIN}}$$

$$0, \text{ si } CA_{\text{Usuario}} \geq CA_{\text{MAX}}$$

Donde:

I_{CA} = Indicador de Consumo Total de agua.

CA_{min} = Consumo total de agua mínimo en un periodo determinado.

CA_{max} = Consumo total de agua máximo en un periodo determinado.

Para obtener el valor puntual de cada indicador se procederá a utilizar las fórmulas establecidas como en el ejemplo anterior. El valor puntual de cada indicador será de 0 a 1, el porcentaje proviene de multiplicar el valor puntual por 100, dando un rango de valor de 0 a 100.

De tal manera que el cálculo del Índice de Desarrollo Sustentable del Agua (IDSA), el cual se define como el promedio ponderado de los cuatro indicadores generales (criterios generales), como se muestra a continuación:

A: Productividad hídrica.

B: Revitalización hídrica.

C: Económico.

D: Social.

Tabla 4.31. Formato de llenado del Índice de Desarrollo Sustentable del Agua.

Indicador	Empresa (Valores)				
	Puntual	Min	Max	Cálculo	
				Puntual	Porcentaje
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
	Indicadores generales				IDSA
	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	
Valor puntual					
Calificación (0-100)					

El valor puntual de cada indicador general es de la siguiente manera:

$$\text{Productividad hídrica} = (\text{Sumatoria de indicador 1 a 7}) * 0.30$$

$$\text{Revitalización hídrica} = (\text{Sumatoria de indicador 8 a 13}) * 0.26$$

$$\text{Económico} = (\text{Sumatoria de indicador 14 a 18}) * 0.22$$

$$\text{Social} = (\text{Sumatoria de indicador 19 a 23}) * 0.22$$

En el caso para la calificación de los indicadores generales, se dividirá el valor obtenido entre el valor máximo de cada uno de sus valores:

$$\text{Productividad hídrica} = \frac{\text{Valor puntual}}{2.1} * 100$$

$$\text{Revitalización hídrica} = \frac{\text{Valor puntual}}{1.56} * 100$$

$$\text{Económico} = \frac{\text{Valor puntual}}{1.1} * 100 * 100$$

$$\text{Social} = \frac{\text{Valor puntual}}{1.1} * 100 * 100$$

En el caso del valor puntual del IDSA, es la sumatoria de cada uno de los valores puntuales de los criterios generales, es decir:

$$\text{IDSA} = 0.30A + 0.26B + 0.22C + 0.22D$$

Para el caso de obtener la calificación del IDSA, se dividiría el valor obtenido entre el valor máximo obtenible del IDSA, el cual es 5.86, por lo cual la fórmula sería la siguiente:

$$\text{Calificación} = \frac{\text{Valor puntual del IDSA}}{5.86} * 100$$

El valor máximo de IDSA es 5.86 corresponde a una calificación ponderada del 100, para el valor de 2.93 corresponde una calificación ponderada de 50 (ver tabla 4.32).

Tabla 4.32. Calificación puntual y ponderada del IDSA.

Puntual	Ponderada
5.86	100
5.27	90
4.69	80
4.10	70
3.52	60
2.93	50
0.59	10

De acuerdo a la calificación ponderada, se manejará con codificación de semáforo, para representar las áreas de oportunidad de acuerdo a prioridad.

Tabla 4.33. Codificación de semáforo para indicadores e IDSA.

Codificación	Clasificación	Calificación
Rojo	Deficiente	0-69.99
Naranja	Aceptable	70-79.99
Amarillo	Bueno	80-89.99
Verde	Excelente	90-100

De acuerdo a la codificación de la tabla 4.33, después de haber trabajado los prioritarios, se procede a recalcular y reclasificar cada indicador, sus indicadores generales y su IDSA, para comparar su mejora.

4.6 Implementación del modelo propuesto.

Es frecuente considerar de forma errónea a los distintos elementos que comprenden una organización como entes autónomos, que, aunque es cierto que cada uno tiene características y propiedades únicas. Cualquier modificación que afecte a cada uno de ellos tendrá repercusiones en uno o varios de los componentes que forman parte del proyecto. Así, por ejemplo, si se analizan las partes que forman el proyecto se puede comprobar que:

1. Proyectos en los que no se han hecho un estudio de viabilidad económica, es deficiente, o bien, no consideran todas las variables que intervienen, pueden terminar con problemas económicos.
2. Una contratación con un perfil de puesto incompleto puede derivar en problemas en la planificación y la gestión económica del proyecto.
3. Una política no llevada a cabo en la práctica, puede afectar la gestión de los recursos humanos y a la mayoría de las partes que componen el proyecto, como es la planificación, la gestión económica, la calidad, el medio ambiente y la prevención de riesgos laborales.
4. Una mala gestión económica del proyecto puede conducir a recortes, además de contradecir las estimaciones iniciales en distintas partidas, ocasionando problemas de calidad, prevención de riesgos laborales y el medio ambiente.
5. El establecimiento de políticas que vayan en el deterioro de la calidad a la larga pueden perjudicar no solo los aspectos de índole económica, sino también otros como la eficiencia energética o el medio ambiente.

6. Las malas prácticas medioambientales pueden ocasionar sanciones económicas o desembocar en la paralización del proyecto repercutiendo sobre la planificación.

7. Problemas en la dirección y ejecución del proyecto, además de poner en duda la política llevada a cabo de recursos humanos, puede terminar en sanciones económicas y en el peor de los casos, la paralización del proyecto.

8. Malas prácticas llevadas a cabo sobre la responsabilidad social corporativa y satisfacción del cliente, pueden repercutir negativamente en la calidad.

El análisis previo de la situación de la empresa, tomando como base la encuesta aplicada (ver anexo A6) servirá para obtener un conocimiento previo de la operación de los procesos críticos, determinar un diagrama hídrico y que departamentos están involucrados, desde la entrada de agua hasta su destino final (producto y descarga de agua).

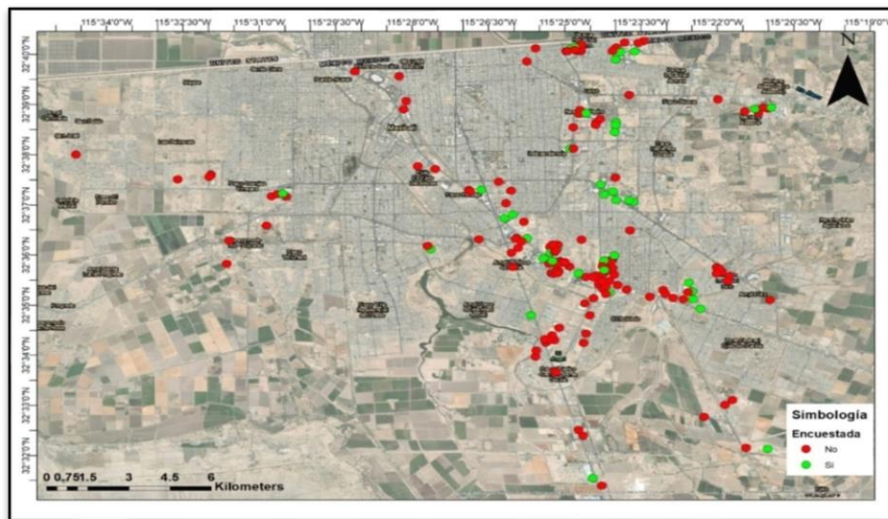


Figura 4. 6 Localizaciones de industrias manufactureras.

1.- Se localizaron las industrias existentes en la región en el ámbito de análisis elegido (fig. 4.6)

2.- Se analizó la dinámica del uso del agua, mediante el instrumento de evaluación (ver anexo A6), incluyendo a 44 industrias, mediante un muestreo (ver sección 4.3).

3.- Se determinaron los procesos productivos que intervienen en cada uno de las distintas ramas.

La encuesta permitió identificar diversos procesos que se repiten en distintas industrias, estos procesos forman parte de la actividad industrial de una rama específica. En las

tablas 4.15 a 4.25 se muestran los resultados obtenidos y su análisis de acuerdo con su ramo y para procesos de producción o auxiliares. En las cuales se hace referencia al término procesos coincidentes, este término proviene de analizar las empresas encuestadas por cada rama y determinar cuántas de las empresas analizadas cuentan con el mismo proceso, es decir si de 10 empresas analizadas en la rama electrónica, solo 3 empresas utilizan calderas, el porcentaje de procesos coincidentes se calculará dividiendo 3 entre 10, es decir, obtendría un 30% de procesos coincidentes.

La importancia de estos resultados radica en que ayudan a comprender la dinámica del uso del agua en las ramas industriales seleccionadas, y puede ayudar a las autoridades a tomar decisiones sobre qué tipo de nuevas industrias es más sustentable traer a la ciudad. Es decir, electrónica, vidrio y fabricación de alimentos, por mencionar algunas, y considerar la posibilidad de no invertir en ramas como la fabricación de papel, por estar entre los de mayor consumo de agua del mundo (Bierbaum et al., 2012).

Los pasos a seguir para implementar el modelo en futuros casos de estudios son como se explica en la figura 4.7, el primer paso es llenar la encuesta diagnóstico situacional en el cual se realiza una primera etapa en analizar la empresa, datos como consumos, políticas ambientales, sistemas de gestión implementados, entre otros. Se llena el formato para el cálculo del IDSA tomando como referencia las fichas técnicas, después de calcular el IDSA se realiza la evaluación de la empresa y se realizan las propuestas de mejora para su posterior corrección.

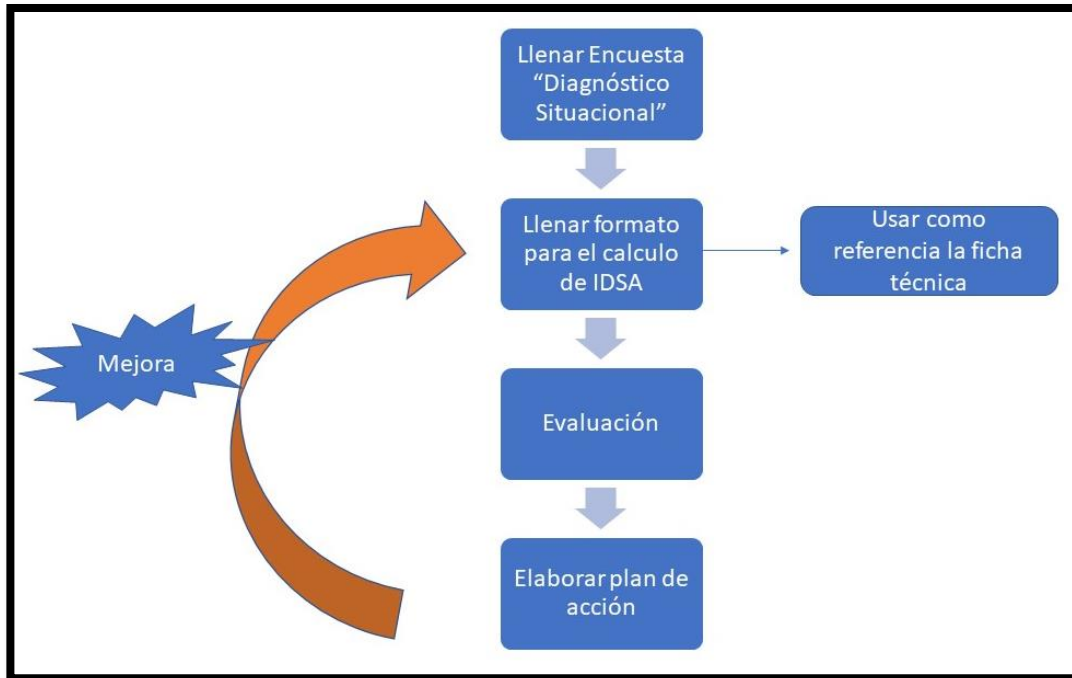


Figura 4.7 Etapas del modelo propuesto

Caso de estudio

Considerando que el ramo de bebidas es el que retorna menos proporción del total del agua utilizada, se optó por iniciar el análisis de la aplicación del modelo propuesto al ramo de bebidas. En este ramo se encuestaron 2 grandes empresas y una mediana, el análisis abarca del 2018-2020. Se eligió este ramo porque el agua se usa en toda la cadena productiva y es una de las principales materias primas. Del ramo de bebidas, las empresas embotelladora de bebidas carbonatadas son las que tienen mayor alcance a nivel local, nacional e internacional produciendo bebidas de distintos sabores, en distintas presentaciones (vidrio, plástico) y distintos tamaños.

Simultáneamente y de manera también automatizada, en la línea de producción un montacargas lleva las tarimas que contienen las botellas del producto que está siendo elaborado y es colocado en la línea de llenado por un brazo robótico para ser lavados y posteriormente llenados con el jarabe terminado.

Las botellas, en este caso de vidrio, luego de ser llenadas, son tapadas, etiquetadas, empacadas y selladas todo de manera automatizada y dispuestas en cajas según el número de unidades que debe tener por su presentación (24 botellas/caja, ejemplo utilizado).

El agua que interviene en el proceso es tomada directamente del sistema de distribución del agua municipal tratada por CESPM. El proceso de elaboración (ver figura 4.7) de las

bebidas carbonatadas empieza con un tratamiento de cloración, al agua recibida, para eliminar todos aquellos microorganismos patógenos presentes en ella.

Además, se utilizan equipos como: pulidores, el cual su función es el detener las impurezas pequeñas (sólidos hasta 5 micras). 1 micra equivale a 0.0001 centímetros. El agua pulida luego pasa por las lámparas de rayos ultra violeta (u. v.) cuyo objetivo es el desinfectar el agua, esto por la calidad requerida y especificaciones del producto. El agua tratada se envía al proceso de ósmosis inversa en el cual se reduce el contenido de sólidos totales disueltos y la retención de partículas no disueltas (hasta un 99% de retención de sales disueltas), la cual es requerida para bebidas minerales y embotelladas.

El proceso de elaboración de las bebidas inicia con la supervisión de los tanques que se van a utilizar para elaborar los jarabes y garantizar que cumplen con las especificaciones de inocuidad y calidad establecidos dentro de la empresa para iniciar la producción (tanques que han sido saneados con anticipación). El tamaño de los tanques a utilizar depende de la cantidad de bebida a elaborar, grandes o pequeños según sea su necesidad de producción.

Luego, de manera automatizada se envía agua a temperatura ambiente al tanque seleccionado para la preparación del jarabe simple, agregando al agua la cantidad de azúcar determinada según el producto a elaborar.

El agua tratada ya sea solo con las lámparas u.v., o después del proceso de ósmosis se envía a los tanques de preparación de jarabes donde primero se mezcla un jarabe simple que es agua con azúcar y luego se le adiciona el jarabe correspondiente a la bebida a preparar. Enseguida este jarabe se inyecta a las botellas por medio de las llenadoras, donde se combina el jarabe con agua carbonatada previamente preparada con agua tratada proveniente de las lámparas u.v. Luego de tener el producto terminado en las botellas éstas pasan a su etiquetado. Cuando el envase es de vidrio primero pasan por el *warmer*, en el cual mediante vapor se calienta el envase y se procede a su etiquetado esto para que se pueda fijar la etiqueta a la botella. En el caso de las botellas de plástico este paso no es requerido. Terminado este proceso, pasa a su empacado y almacenado.

Las empresas de bebidas cuentan con algunos productos que no requieren de azúcar, todo esto se especifica en la carta de preparación que se ha elaborado para cada producto. En caso de requerir el producto, este pasa a que se disuelva el azúcar en el agua, de acuerdo a especificaciones del producto y se forma así el jarabe simple que posteriormente es enviado a los tanques de preparación de jarabe terminado donde se les agregan las unidades de concentrado previamente señaladas. Se realizan pruebas pertinentes para que el producto pueda ser enviado al área de llenado de botellas.

El agua tratada en este paso se utiliza para el enjuague, alimentación de la producción, lavadoras, para el agua embotellada y en el proceso de suavizado.

La finalidad del proceso de suavizado es eliminar las sales del agua que pudieran formar incrustaciones en los equipos a los que va a ser enviada, tales como: torre de enfriamiento, transportadores, enfriadores, lubricación de bombas, condensadores y calderas.

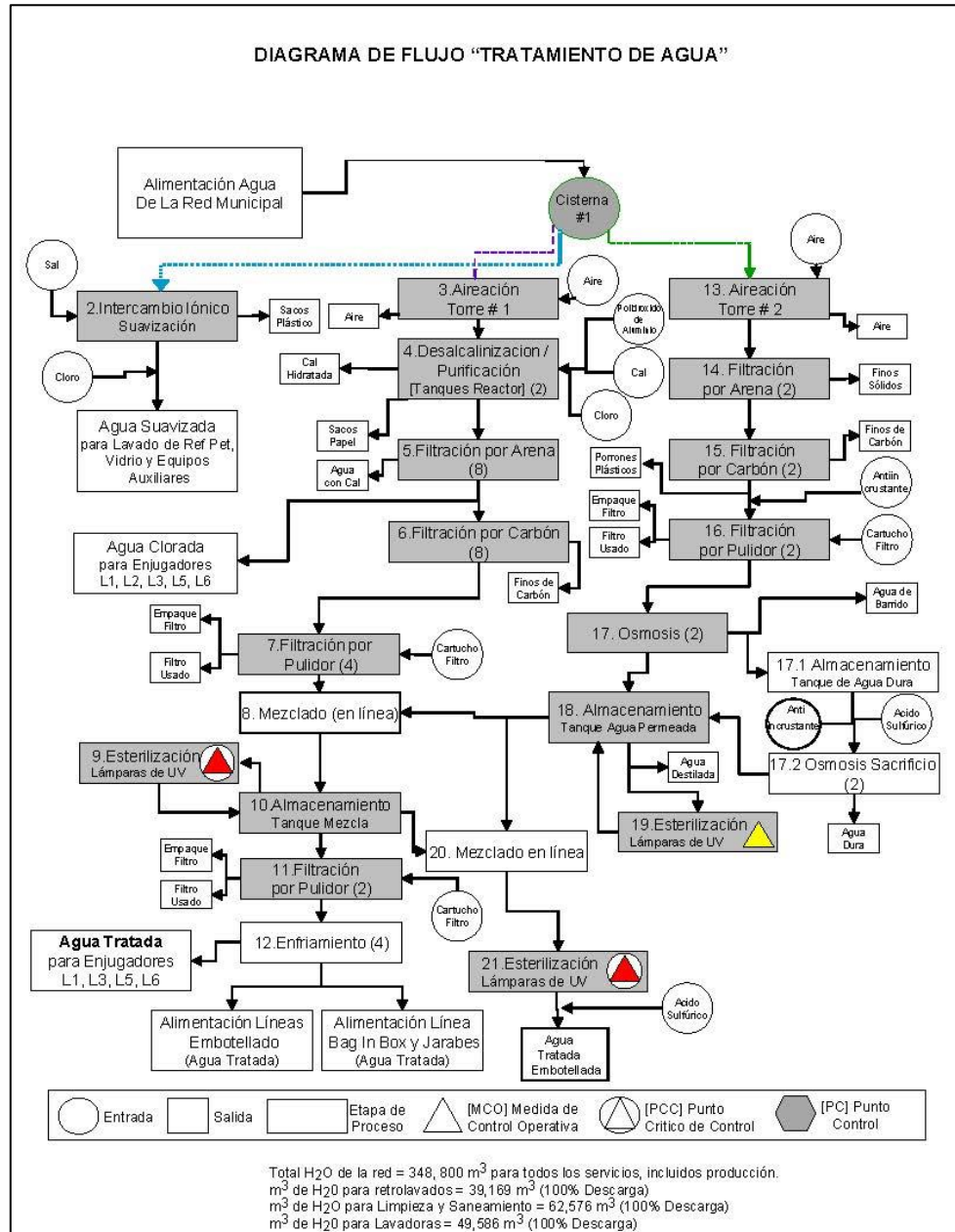


Figura 4.8 Diagrama de flujo de agua (Tapia, 2014).

Para obtener el IDSA se utilizó la metodología en la sección 4.4, para cada una de las empresas encuestadas, los datos obtenidos fueron del 2018 al 2019 (Ver anexo A7 al A12).

Las 44 empresas analizadas se clasificaron en los siguientes ramos:

- Bebidas (Ver anexo A13 y A26).
- Alimentos (Ver anexo A14 y A27).
- Electrónica (Ver anexo A15, A16 y A28).
- Vidrio (Ver anexo A17 y A29).
- Empaques y embalajes (Ver anexo A18 y A30).
- Rastro (Ver anexo A19 y A31).
- Metalmecánica (Ver anexo A20 y A32).
- Automotriz (Ver anexo A21 y A33).
- Aeroespacial (Ver anexo A22 y A34).
- Otras (Ver anexo A23 y A35).
- Plástico (Ver anexo A24, A25 y A36).

De las 44 empresas analizadas, 7 tuvieron una puntuación mayor de 60, de las cuales 6 industrias están en la clasificación de grande empresa y 1 es mediana empresa.

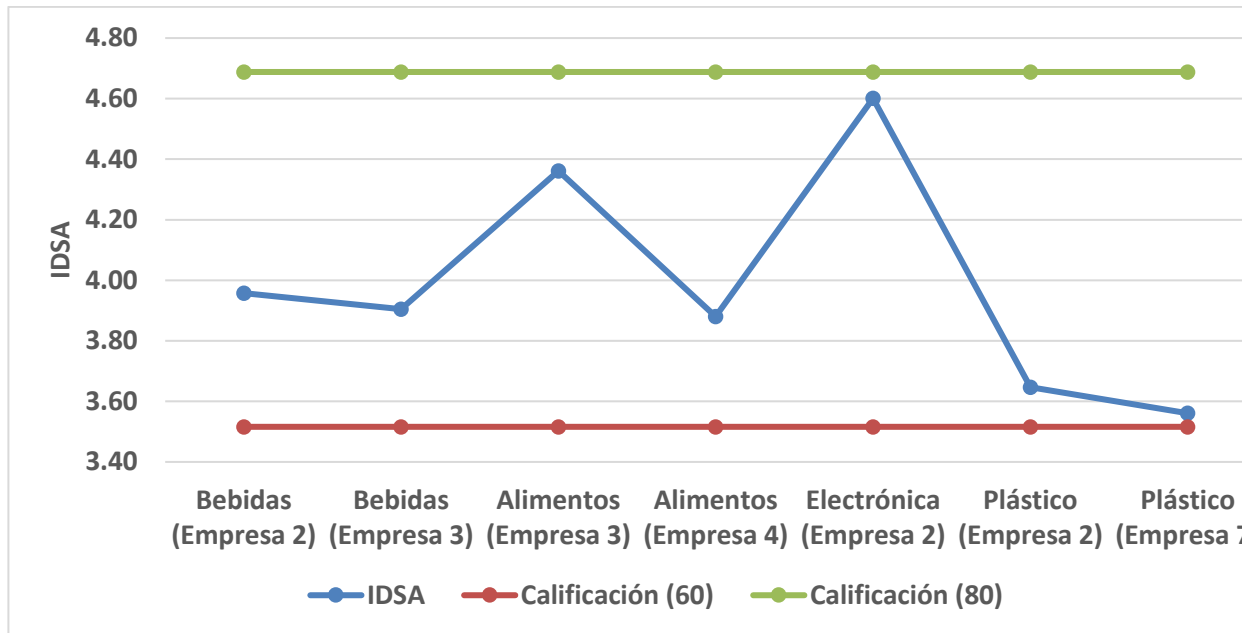


Figura 4.9 Empresas con mayor ponderación de IDSA

De las 6 empresas clasificadas como grande industria (4.9), la empresa con mayor puntuación fue la segunda empresa analizada en el ramo electrónico, con una ponderación de 78/100 y en segundo lugar con una puntuación de 74/100 la tercera empresa del ramo de alimentos y en tercer lugar con una ponderación de 68/100 la segunda empresa analizada del ramo de bebidas.

4.6.1 Uso sustentable del agua (Índice IDSA)

A continuación, se dan una serie de recomendaciones de las empresas con mayor ponderación para mejorar el índice (IDSA) para promover el uso sustentable del agua en los diferentes ramos de la industria estudiada.

RAMO DE BEBIDAS

En el ramo de bebidas, se utiliza como materia prima el agua. En el anexo A37 al A40 se muestra a manera detallada como se calcularon cada uno de los indicadores, sus indicadores generales y el IDSA.

Empresa 2 grande

Obtuvo un valor de 3.96 en el IDSA, el cual sería el equivalente a una calificación de 68 de un máximo de 100, el valor de A es 56, de B es 65, de C es 78 y de D es 82, de una calificación de 0 a 100. De los 23 indicadores calificados solo 16 tienen una calificación mayor a 70.

Se dan las siguientes recomendaciones, las cuales al cumplirlas se tendría un aumento de 3.96 a 4.77, las cuales son:

- Disminuir la variación en el volumen y utilización de agua por proceso en un 10.
- Promover la reutilización del agua (indicador 10 y 11) e impulsarla a que aumente por lo menos a 10%.
- Buscar disminuir la variación entre el valor máximo y mínimo del consumo total del agua para que la eficiencia del agua (indicador 6) se vea reflejada en su variación.
- Al igual que al disminuir la variación del agua se verá beneficiada el valor de la eficiencia y productividad del agua, se refleja también en la productividad económica (indicador 14)
- Planear un programa de capacitación mejor estructurado y consistente en temas ambientales de actualidad.

Empresa 3 grande

Esta empresa obtuvo un valor de 3.90 en el IDSA, equivalente a una calificación de 67 de un máximo de 100, el valor de A es 75, de B es 65, de C es 76 y de D es 45, de una calificación de 0 a 100. De los 23 indicadores calificados solo 12 tienen una calificación mayor a 70.

Las siguientes recomendaciones al aplicarlas, mejorarían el IDSA de 3.9 a 4.7, las cuales son:

- Disminuir la variación en el volumen y utilización de agua por proceso en un 20%.

- Al igual que al disminuir la variación del volumen del agua se verá beneficiado el valor de la eficiencia y productividad del agua, reflejándose la productividad económica (indicador 14).
- Es necesario controlar los otros 2 procesos restantes, calderas y limpieza de tanques de almacenamiento.
- Los costos ambientales directos (indicador 15) y el costo ambiental indirecto (indicador 16) están definidos en la sección 4.1 y se refieren costos por malas prácticas, falta de prevención y relacionados con gastos por multas, sanciones, costos de prevención ambiental, de detección ambiental, fallas ambientales internas y externas, al disminuir estos costos, también se verá reflejado el mejoramiento de los indicadores 15 y 16.
- Estabilizar los costos ambientales, es decir, reducir la variación del valor máximo y mínimo.
- Aumentar los gastos en proyectos sociales, para que se vea reflejado en un aumento del valor de D (indicador 19 y 20).

RAMO DE ALIMENTO

El siguiente para analizar fue el ramo de alimentos, es el segundo ramo que menos retorna del total del agua utilizada, el ramo de alimentos, tienen 3 grandes empresas y una mediana empresa, el análisis abarca del 2018 al 2020.

El ramo de alimentos tiene una amplia gama de variedad desde la elaboración de botanas, pan de caja, pan dulce, pastelería, pasta y la congelación de frutas y verduras.

En este ramo el principal del uso del agua es para la elaboración del producto y enfriamiento de instalaciones.

Empresa 3 grande

La empresa obtuvo un valor de 4.36 en el IDSA equivalente a una calificación de 74 de un máximo de 100, el valor de A es 77, de B es 64, de C es 72 y de D es 87, de una calificación de 0 a 100. De los 23 indicadores calificados 19 tienen una calificación mayor a 70.

Las siguientes recomendaciones al aplicarlas, mejorarían el IDSA de 4.36 a 5.08, las cuales son:

- Disminuir la variación en el volumen y utilización de agua por proceso en un 20%, se verá reflejado en el mejoramiento de la productividad y eficiencia del agua (indicador 5 y 6), en los indicadores de agua tratada.
- El disminuir la variación del volumen de agua, se refleja también en la productividad económica (indicador 14).
- Los costos ambientales directos (indicador 15) y el costo ambiental indirecto (indicador 16) definidos en la sección 4.1 se refieren al incremento de costos por

malas prácticas, falta de prevención y relacionados con gastos por multas, sanciones, costos de prevención ambiental, de detección ambiental, fallas ambientales internas y externas. La disminución estos costos, también se verá reflejado el mejoramiento de los indicadores 15 y 16.

- Estabilizar los costos ambientales, es decir, reducir el rango de variación del valor máximo y mínimo (indicador 15 y 16).
- Aumentar los gastos en proyectos sociales, que tengan impacto con la comunidad y el medio ambiente, para que se vea reflejado en el valor de D (indicador 19 y 20).

Empresa 4 grande

Esta empresa obtuvo un valor de 3.88 en el IDSA equivalente a una calificación de 66 de un máximo de 100. El valor de A es 76, de B es 50, de C es 80 y de D es 58, de una calificación de 0 a 100. De los 23 indicadores calificados 15 tienen una calificación mayor a 70.

Las siguientes recomendaciones al aplicarlas, mejorarían el IDSA de 3.88 a 4.82, las cuales son:

- Disminuir la variación en el volumen y utilización de agua por proceso en un 10%, se verá reflejado en el mejoramiento de la productividad y eficiencia del agua (indicador 5 y 6), en los indicadores de agua tratada.
- El disminuir el volumen del agua, se refleja también en la productividad económica (indicador 14).
- Los costos ambientales directos (indicador 15) y el costo ambiental indirecto (indicador 16) estos están definidos en la sección 4.1 y se refieren costos por malas prácticas, falta de prevención y relacionados con gastos por multas, sanciones, costos de prevención ambiental, de detección ambiental, fallas ambientales internas y externas, al disminuir estos costos, también se verá reflejado el mejoramiento de los indicadores 15 y 16.
- Estabilizar los costos ambientales, es decir, reducir el intervalo de variación del valor máximo y mínimo (indicador 15 y 16).
- Aumentar los gastos en proyectos sociales, que tengan impacto con la comunidad y el medio ambiente, para que se vea reflejado en el valor de D (indicador 19 y 20).

RAMO DE ELECTRÓNICA

El tercer ramo analizado es el de la industria electrónica, en el cual el uso del agua se destina principalmente para el enfriamiento de instalaciones y la limpieza de piezas, además de procesos de anodizado de piezas electrónicas o limpieza.

Sus altos consumos se dan en verano para el uso en torres de enfriamiento, el cual en estos periodos corresponde del 60 al 90% del total de agua consumida. El análisis comprendió 8 industrias en la clasificación grande y 2 mediana.

Empresa 2 grande

Obtuvo un valor de 4.60 en el IDSA equivalente a una calificación de 79 de un máximo de 100, el valor de A es 88, de B es 78, de C es 64 y de D es 74, de una calificación de 0 a 100. De los 23 indicadores calificados 12 tienen una calificación mayor a 70.

Las siguientes recomendaciones al aplicarlas, mejorarían el IDSA de 4.60 a 5.13, las cuales son:

- Disminuir la variación en el volumen y utilización de agua por proceso en un 10%, se verá reflejado en el mejoramiento de la productividad y eficiencia del agua (indicador 5 y 6), en los indicadores de agua tratada.
- El disminuir el volumen del agua, se refleja también en la productividad económica (indicador 14).
- Los costos ambientales directos (indicador 15) y el costo ambiental indirecto (indicador 16) estos están definidos en la sección 4.1 y se refieren costos por malas prácticas, falta de prevención y relacionados con gastos por multas, sanciones, costos de prevención ambiental, de detección ambiental, fallas ambientales internas y externas, al disminuir estos costos, también se verá reflejado el mejoramiento de los indicadores 15 y 16.
- Estabilizar los costos ambientales, es decir, la variación del valor máximo y mínimo sea menor (indicador 15 y 16).
- Aumentar los gastos en proyectos sociales, que tengan impacto con la comunidad y el medio ambiente, para que se vea reflejado en el valor de D (indicador 19 y 20).

El cuarto analizado es la industria del plástico, el uso del agua es para el enfriamiento del producto.

Empresa 2 mediana

Obtuvo un valor de 3.65 en el IDSA equivalente a una calificación de 62 de un máximo de 100, el valor de A es 79, de B es 75, de C es 46 y de D es 28, de una calificación de 0 a 100. De los 23 indicadores calificados 7 tienen una calificación mayor a 70.

Las siguientes recomendaciones al aplicarlas, mejorarían el IDSA de 3.65 a 4.13, las cuales son:

- Disminuir la variación en el volumen y utilización de agua por proceso en un 20%, se verá reflejado en el mejoramiento de la productividad y eficiencia del agua (indicador 5 y 6), en los indicadores de agua tratada.

- El disminuir el volumen del agua, se refleja también en la productividad económica (indicador 14).
- Los costos ambientales directos (indicador 15) y el costo ambiental indirecto (indicador 16) estos están definidos en la sección 4.1 y se refieren costos por malas prácticas, falta de prevención y relacionados con gastos por multas, sanciones, costos de prevención ambiental, de detección ambiental, fallas ambientales internas y externas, al disminuir estos costos, también se verá reflejado el mejoramiento de los indicadores 15 y 16.
- Estabilizar los costos ambientales, es decir, la variación del valor máximo y mínimo sea menor (indicador 15 y 16).
- Aumentar los gastos en proyectos sociales, que tengan impacto con la comunidad y el medio ambiente, para que se vea reflejado en el valor de D (indicador 19 y 20).

Empresa 7 mediana

Obtuvo un valor de 3.56 en el IDSA equivalente a una calificación de 61 de un máximo de 100. El valor de A es 77, de B es 72, de C es 52 y de D es 23, de una calificación de 0 a 100. De los 23 indicadores calificados 7 tienen una calificación mayor a 70.

Las siguientes recomendaciones al aplicarlas, mejorarían el IDSA de 3.56 a 4.2, las cuales son:

- Disminuir la variación en el volumen y utilización de agua por proceso en un 20%, se verá reflejado en el mejoramiento de la productividad y eficiencia del agua (indicador 5 y 6), en los indicadores de agua tratada.
- El disminuir el volumen del agua, se refleja también en la productividad económica (indicador 14).
- Los costos ambientales directos (indicador 15) y el costo ambiental indirecto (indicador 16) estos están definidos en la sección 4.1 y se refieren costos por malas prácticas, falta de prevención y relacionados con gastos por multas, sanciones, costos de prevención ambiental, de detección ambiental, fallas ambientales internas y externas, al disminuir estos costos, también se verá reflejado el mejoramiento de los indicadores 15 y 16.
- Estabilizar los costos ambientales, es decir, reducir la variación del valor máximo y mínimo (indicador 15 y 16).
- Aumentar los gastos en proyectos sociales, que tengan impacto con la comunidad y el medio ambiente, para que se vea reflejado en el valor de D (indicador 19 y 20).

La formulación del indicador IDSA requiere contar con la información de 23 indicadores, en muchas ocasiones las empresas no cuentan con información para documentar todos estos indicadores. En este apartado se proponen 3 escenarios adicionales al de contar

con todos los indicadores, escenario en el cual el IDSA queda sin cambios, como fueron las empresas analizadas en los párrafos anteriores. En los escenarios propuestos se tendrá que modificar el cálculo del índice IDSA.

Escenario:

1. Se tiene acceso a los 23 indicadores, el IDSA no tiene cambios.
2. No se tiene acceso a los indicadores sociales (indicadores 19 a 23).
3. No se tiene acceso a los indicadores económicos (indicadores 14 al 18).
4. No se tiene acceso a los indicadores económicos y sociales (indicadores 14 al 23)

Escenario No.2. En este escenario no se tiene acceso a los indicadores sociales, se le asignará un factor de peso 0.056 para calcular las ponderaciones. En los aspectos económicos su peso asignado resulta de multiplicar 0.056 por 5, lo cual resulta en 0.28; de igual manera en el área de productividad se multiplica 0.056 por 6 lo cual resulta en 0.33 y en revitalización hídrica se multiplica 0.056 por 7 el cual resulta en 0.39.

Por lo cual, el cálculo del IDSA es el siguiente:

$$IDSA = 0.39A + 0.33B + 0.28C$$

Escenario No.3. En este escenario no se tiene acceso a los indicadores económicos, se le asignará un factor de peso 0.056 para calcular las ponderaciones. En los aspectos sociales su peso asignado resulta de multiplicar 0.056 por 5, obteniéndose 0.28; de igual manera en el área de productividad se multiplica 0.056 por 6 lo cual resulta en 0.33 y en revitalización hídrica se multiplica 0.056 por 7 el cual resulta en 0.39.

Por lo cual, el cálculo del IDSA es el siguiente:

$$IDSA = 0.39A + 0.33B + 0.28D$$

Escenario No.4. En este escenario no se tiene acceso a los indicadores sociales y económicos, únicamente se cuenta con los indicadores de productividad y revitalización hídrica. Se le asignará un factor de peso 0.077 para calcular las ponderaciones, en los aspectos el área de productividad se multiplica 0.077 por 6 resultando en 0.46 y en revitalización hídrica se multiplica 0.077 por 7 el cual resulta en 0.54.

Por lo cual, el cálculo del IDSA es el siguiente:

$$IDSA = 0.54A + 0.46B$$

Las comparaciones realizadas sirvieron de base para analizar las deficiencias en el sector industrial manufacturero, además de sentar precedentes y un punto de referencia sobre los valores de sus indicadores, así como la recopilación de información para analizar las diferencias y similitudes entre procesos productivos.

Capítulo 5. Conclusiones

1. Se hizo una revisión exhaustiva y se evaluaron diversos modelos y métodos de estudio sobre el manejo sustentable de los recursos hídricos en la industria, lo que permitió tener una visión completa de los modelos existentes e identificar la necesidad de contar con un modelo de manejo de agua en la industria que incluya aspectos ambientales, económicos y sociales que tengan una visión mundial en el proceso de globalización. En la literatura se encontraron trabajos generales, con herramientas de análisis aplicados a un solo tipo de ramo sin validar en otro tipo, además de herramientas de ingeniería industrial en particular. No se encontraron trabajos aplicados a calcular un indicador como el desarrollado en este trabajo (IDSA) en el que se incluyen los 3 factores de la sustentabilidad, fácil de aplicar y con una aplicación global.

2. Se desarrolló un instrumento de evaluación diagnóstica situacional del uso del agua en la industria que fue validado por expertos y aplicado en la ciudad de Mexicali. La aplicación de este instrumento junto con la información obtenida de diversas fuentes identifica dos áreas de oportunidad. La primera, es la escasa e incompleta información acerca del uso del agua en la industria en las diversas fuentes; gubernamentales, organizacionales y gremiales, así como de las industrias en sí mismas lo que fue solventado con la aplicación de la encuesta. La segunda, en casi todos los ramos de la industria analizados no cuentan con indicadores del manejo del agua en sus procesos, por ello la importancia de este modelo de gestión. El desarrollo del instrumento contempló entre otros aspectos:

- Un análisis de la fiabilidad y validez de la encuesta.
- Se validó y reconfiguró con base en las recomendaciones de los expertos.
- Su aplicación rápida y sencilla a los jefes de departamentos ambientales, de calidad para identificar las áreas de oportunidad, además para evitar tiempos muertos al personal operativo.
- Los tipos de ramas seleccionados de la industria manufacturera analizadas solo fue para la ciudad de Mexicali, con 11 distintas ramas.

La encuesta no considera aspectos locales de Mexicali, como el clima para que pueda ser aplicada a otras ciudades y otras latitudes. En la encuesta no se consideraron las implicaciones de la ubicación en una zona semiárida de la ciudad de Mexicali, donde casi todas las industrias utilizan el agua para el acondicionamiento del clima, para no reducir la aplicabilidad de la encuesta a las ciudades en este tipo de clima

3. Los resultados de la aplicación de la encuesta, en 11 distintos ramos industriales con 44 encuestas completadas permitieron analizar y evaluar cada uno de los reactivos para poder desarrollar el modelo de gestión sustentable del agua en la industria. Se eligió con base en este análisis a la rama de bebidas para hacer un análisis más exhaustivo.

- Los indicadores de eficiencia física del agua y productividad física del agua son $1.5 \text{ m}^3/\text{m}^3$ y $0.64 \text{ m}^3/\text{m}^3$, respectivamente.
- Las industrias de empaquetado, bebidas y electrónica son los mayores consumidores, en la ciudad.

- Necesidad de métricas adecuadas y personalizadas para industrias específicas para el análisis.
- Análisis exhaustivo de los indicadores, no solo aplicarlos, sino, también conocer su alcances y limitantes, lo cual es esencial para su implementación con éxito.
- No existen indicadores idóneos para cada industria, se requiere normalizar las métricas.
- Las regulaciones de organismos financiadores y de mercado son más efectivas que las de los gobiernos locales o nacionales.

4. El modelo de gestión sustentable desarrollado considera no solo los aspectos ambientales, incluyendo aspectos económicos y sociales, esto para considerar los 3 factores de la sustentabilidad. Se valoró su aplicación viable para la industria y la posibilidad de hacer posible la comparación entre industrias del mismo ramo. Con la herramienta desarrollada se identifican las áreas de oportunidad con lo cual mejorar el rendimiento en el uso del agua, evalúa la sustentabilidad de dicho recurso, cuál rama es el mayor consumidor, cuál no retorna el agua al ecosistema, como es en el caso del ramo de empaque, bebidas y alimentos, esta será una herramienta crucial para el Estado, para poder justificar que tipo de empresa se instalaría en la región, buscando que se cumpla con las directrices de desarrollo sustentable.

5. El modelo desarrollado se implementó hasta su etapa de propuestas de alternativas de solución al manejo sustentable del agua en la industria, específicamente para el ramo de bebidas. Los objetivos se alcanzaron cumpliendo con:

- Análisis de idoneidad. Estos indicadores deben estar vinculados a los costos directos productivos y dependiendo del tamaño y tipo de industria, buscar de nuevos y diferentes enfoques para el mismo tipo de problema. Al contar con distintas ramas industriales, un factor clave es el normalizar las métricas en todas las ramas de la industria manufactureras, hacer obligatorias y que se sancionen si están involucrados en una mala gestión.
- La simplicidad de aplicación.
- La incertidumbre aún de los pesos asignados a cada aspecto del indicador.
- Las dificultades presentadas al realizar la investigación de campo de este trabajo como el acceso a la información. Deben de ser consideradas en trabajos futuros:

5. Se identificó falta de coordinación entre las cámaras de la industria, institutos educativos y gobierno, lo que impide un avance en el análisis de la problemática para encontrar soluciones adecuadas para todos. De igual forma el acceso a la información es muy complicado encontrándose dispersa e incompleta. La sistematización de la información del sector industrial debe ser a través de un acercamiento de la industria con los centros de investigación y desarrollo, permite el desarrollo de proyectos que logren hacer un uso sustentable del recurso hídrico en cada proceso productivo.

Capítulo 6. Referencias Bibliográficas

- Agana, B. A., Reeve, D., & Orbell, J. D. (2013). An approach to industrial water conservation - A case study involving two large manufacturing companies based in Australia. *Journal of Environmental Management*, 114, 445–460. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.10.047>
- Aguilar, F. J. D., & Partida, J. P. A. (2017). Servicios públicos y cultura urbana en México durante la primera mitad del siglo XX: Una propuesta de estudio desde la historia del abasto de agua. *Estudios Sobre Las Culturas Contemporáneas*, 23(4), 29–50. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31653554003>
- Alfie, M. (2016). Política ambiental mexicana. Montañas de papel, ríos de tinta y pocos cambios en cuarenta años. *El Cotidiano*, 200, 209–222. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32548630018>
- Almató, M., Espuña, A., & Puigjaner, L. (1999). Optimisation of water use in batch process industries. *Computers and Chemical Engineering*, 23(10), 1427–1437. [https://doi.org/10.1016/S0098-1354\(99\)00302-6](https://doi.org/10.1016/S0098-1354(99)00302-6)
- Alnouri, S. Y., Linke, P., & El-Halwagi, M. M. (2016). Synthesis of industrial park water reuse networks considering treatment systems and merged connectivity options. *Computers and Chemical Engineering*, 91, 289–306. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2016.02.003>
- Amaral, A. (2008). An Introduction to Total Cost Assessment. *EAU Heritage Journal Science and Technology*, 2(1), 14–18. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.901.3448&rep=rep1&type=pdf>
- Amienyo, D., & Azapagic, A. (2016). Life cycle environmental impacts and costs of beer production and consumption in the UK. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 21(4), 492–509. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1028-6>
- Anastas, P., & Zimmerman, J. B. (2007). Sustainability requires objectives at the molecular, product, process, and system levels. *Environmental Science & Technology*, 35(3), 16. <https://doi.org/10.1021/es032373g>
- Angelakoglou, K., & Gaidajis, G. (2015). A review of methods contributing to the assessment of the environmental sustainability of industrial systems. *Journal of Cleaner Production*, 108(A), 725–747. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.094>
- Ataei, A., Panjeshahi, M. H., & Gharaie, M. (2009). New method for industrial water reuse and energy minimization. *International Journal of Environmental Research*, 3(2), 289–300. <https://doi.org/10.22059/ijer.2009.56>
- Atkisson, A., & Hatcher, R. L. (2001). The Compass Index of Sustainability: Prototype for a Comprehensive Sustainability Information System. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 03(04), 509–532. <https://doi.org/10.1142/s1464333201000820>
- Aviso, K. B., Tan, R. R., Culaba, A. B., & Cruz, J. B. (2011). Fuzzy input-output model for

- optimizing eco-industrial supply chains under water footprint constraints. *Journal of Cleaner Production*, 19(2–3), 187–196. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.09.003>
- Azapagic, A., & Perdan, S. (2000). Indicators of sustainable development for industry: A general framework. *Process Safety and Environmental Protection*, 78(4), 243–261. <https://doi.org/10.1205/095758200530763>
- Bai, X., Ren, X., Khanna, N. Z., Zhou, N., & Hu, M. (2018). Comprehensive water footprint assessment of the dairy industry chain based on ISO 14046: A case study in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 132, 369–375. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.07.021>
- Baker, C. R., Cohanier, B., & Gibassier, D. (2018). Environmental Management Controls at Michelin—How Do They Link to Sustainability? *Social and Environmental Accountability Journal*, 38(1), 75–96. <https://doi.org/10.1080/0969160X.2018.1438300>
- Bare, J. C. (2002). Traci. *Journal of Industrial Ecology*, 6(3–4), 49–78. <https://doi.org/10.1162/108819802766269539>
- Barrera-Roldán, A., & Saldívar-Valdés, A. (2002). Proposal and application of a Sustainable Development Index. *Ecological Indicators*, 2(3), 251–256. [https://doi.org/10.1016/S1470-160X\(02\)00058-4](https://doi.org/10.1016/S1470-160X(02)00058-4)
- Barrington, D. J., Prior, A., & Ho, G. (2013). The role of water auditing in achieving water conservation in the process industry. *Journal of Cleaner Production*, 52, 356–361. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.03.032>
- Báscones, M. I. S., Vilchez, E. J. G., & Almudí, R. P. (2010). Análisis de herramientas de sostenibilidad y RSC para su aplicación a la industria de procesos. *Revista de Estudios Empresariales*, 81–98. <https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/REE/article/view/475>
- Beaver, E., & Beloff, B. (2000). Sustainability Indicators and Metrics of Industrial Performance. In *SPE International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production*. Society of Petroleum Engineers. <https://doi.org/10.2118/60982-MS>
- Beekaroo, D., Callychurn, D. S., & Hurreeram, D. K. (2019). Developing a sustainability index for Mauritian manufacturing companies. *Ecological Indicators*, 96, 250–257. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.09.003>
- Bernardo, M. (2014). Integration of management systems as an innovation: A proposal for a new model. *Journal of Cleaner Production*, 82, 132–142. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.06.089>
- Bernardo, M., Simon, A., Tarí, J. J., & Molina-Azorín, J. F. (2015). Benefits of management systems integration: A literature review. *Journal of Cleaner Production*, 94, 260–267. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.075>
- Bierbaum, S., Escabasse, J., Stiftung, P., & Kompere, B. (2012). Reducing Fresh Water Consumption in Paper Industry By Recycling Aop-Treated Effluents. *Fresenius Environ Bull*, 8(May 2014), 2178–2184.

https://www.researchgate.net/publication/232724099_reducing_fresh_water_consumption_in_paper_industry_by_recycling_aop-treated_effluents

- Boiral, O., & Henri, J. F. (2012). Modelling the impact of ISO 14001 on environmental performance: A comparative approach. *Journal of Environmental Management*, 99, 84–97. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.01.007>
- Boix, M., Pibouleau, L., Montastruc, L., Azzaro-Pantel, C., & Domenech, S. (2012). Minimizing water and energy consumptions in water and heat exchange networks. *Applied Thermal Engineering*, 36(1), 442–455. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2011.10.062>
- Booyesen, F. (2002). An overview and evaluation of composite indices of development. *Social Indicators Research*, 59(2), 115–151. <https://doi.org/10.1023/A:1016275505152>
- Bösch, M. E., Hellweg, S., Huijbregts, M. A. J., & Frischknecht, R. (2007). Applying Cumulative Exergy Demand (CExD) indicators to the ecoinvent database. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 12(3), 181–190. <https://doi.org/10.1065/lca2006.11.282>
- Brandenburg, M., & Rebs, T. (2015). Sustainable supply chain management: A modelling perspective. *Annals of Operations Research*, 229(1), 213–252. <https://doi.org/10.1007/s10479-015-1853-1>
- Brown, A., Amundson, J., & Badurdeen, F. (2014). Sustainable value stream mapping (Sus-VSM) in different manufacturing system configurations: Application case studies. *Journal of Cleaner Production*, 85, 164–179. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.101>
- Calixto Flores, R., Herrera Reyes, L., & Hernández Guzmán, V. (2012). Agua. In *Ecología y medio ambiente* (p. 28). Cengage Learning Editores S.A. https://canvas.utp.edu.pe/courses/25332/files/1047101/download?download_frd=1
- CANACINTRA. (2019). CANACINTRA. Cámara Nacional de La Industria de Transformación. <https://canacintramexicali.com/directorio-industrial/>
- Carrillo, J., & Gomis, R. (2005). Generaciones de maquiladoras. Un primer acercamiento a su medición. In *Frontera Norte* (Vol. 17, Issue 33, pp. 25–51). Gobierno del Estado de Baja California. <https://doi.org/10.17428/rfn.v17i33.1053>
- Carvalho, A., Mimoso, A. F., Mendes, A. N., & Matos, H. A. (2014). From a literature review to a framework for environmental process impact assessment index. *Journal of Cleaner Production*, 64, 36–62. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.08.010>
- Castro Ruiz, J. L., Cortez Lara, A. A., & Sánchez Munguía, V. (2021). Introducción. In V. S. M. José Luis Castro Ruiz, Alfonso Andrés Cortez Lara (Ed.), *Visiones contemporáneas de la cooperación y la gestión del agua en la frontera México-Estados Unidos* (First Edit, pp. 13–28). El Colegio de la Frontera Norte, A. C.
- Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública. (2006). *Antecedentes en Medio Ambiente*. CESOP. http://archivos.diputados.gob.mx/Centros_Estudio/Cesop/Eje_tematico/2_mambien

te.htm

- Chapagain, A. K., & Hoekstra, A. Y. (2008). The global component of freshwater demand and supply: An assessment of virtual water flows between nations as a result of trade in agricultural and industrial products. *Water International*, 33(1), 19–32. <https://doi.org/10.1080/02508060801927812>
- Chen, L., Ding, X., & Wu, X. (2015). Water Management Tool of Industrial Products: A case study of screen printing fabric and digital printing fabric. *Ecological Indicators*, 58, 86–94. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.05.045>
- Cherrafi, A., Elfezazi, S., Chiarini, A., Mokhlis, A., & Benhida, K. (2016). The integration of lean manufacturing, Six Sigma and sustainability: A literature review and future research directions for developing a specific model. *Journal of Cleaner Production*, 139, 828–846. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.101>
- Chin, K. S. (1999). Factors influencing ISO 14000 implementation in printed circuit board manufacturing industry in Hong Kong. *Journal of Environmental Planning and Management*, 42(1), 123–134. <https://doi.org/10.1080/09640569911334>
- Cital, F., Rivera, A., Rodríguez-Burgueño, E., & Ramírez-Hernández, J. (2021). A Governance Panorama of an Aquifer in a Semi-arid Region, Mexico. In *The Role of Sound Groundwater Resources Management and Governance to Achieve Water Security* (Issue September, pp. 195–204). UNESCO.
- Colla, V., Branca, T. A., Rosito, F., Lucca, C., Vivas, B. P., & Delmiro, V. M. (2016). Sustainable Reverse Osmosis application for wastewater treatment in the steel industry. *Journal of Cleaner Production*, 130, 103–115. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.025>
- CONAGUA. (2002). *NOM-011-CONAGUA-2015*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5387027&fecha=27/03/2015
- CONAGUA. (2007). *Comisión Nacional del Agua*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/105139/Normas_Oficiales_Mexicanas.pdf
- CONAGUA. (2009a). *NOM-014-CONAGUA-2003*. <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/contenido/documentos/NOM-014-CONAGUA-2003.pdf>
- CONAGUA. (2009b). *Semblanza Histórica del Agua en México*. In *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGP-28SemblanzaHistóricaMéxico.pdf>
- CONAGUA. (2010). *El agua en México: Cauces y encauces*. In *CONAGUA*. <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/elaguaenmexico-caucesyencauces.pdf>
- CONAGUA. (2014). *Comisión Nacional del Agua*. <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2014.pdf>

- CONAGUA. (2015a). *Cuidemos y Valoremos el Agua que mueve a Mexico*. Comisión Nacional Del Agua. http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/carrera_agua_2015.pdf
- CONAGUA. (2015b). *Estadísticas del Agua en México*. Comisión Nacional Del Agua; CONAGUA. <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2015.pdf>
- cuidoelagua.org. (2009). *Tipos de agua*. Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C. <http://www.cuidoelagua.org/empapate/origendelagua/tiposagua.html>
- De-León Almaraz, S., Boix, M., Montastruc, L., Azzaro-Pantel, C., Liao, Z., & Domenech, S. (2016). Design of a water allocation and energy network for multi-contaminant problems using multi-objective optimization. *Process Safety and Environmental Protection*, 103(Part B), 348–364. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2016.03.015>
- De Benedetto, L., & Klemeš, J. (2010). The environmental bill of material and technology routing: An integrated LCA approach. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 12(2), 191–196. <https://doi.org/10.1007/s10098-009-0247-y>
- de Faria, D. C., Ulson de Souza, A. A., & Guelli Ulson de Souza, S. M. de A. (2009). Optimization of water networks in industrial processes. *Journal of Cleaner Production*, 17(9), 857–862. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.12.012>
- de Guimarães, J. C. F., Severo, E. A., & Vieira, P. S. (2017). Cleaner production, project management and Strategic Drivers: An empirical study. *Journal of Cleaner Production*, 141, 881–890. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.166>
- De Oliveira, O. J. (2013). Guidelines for the integration of certifiable management systems in industrial companies. *Journal of Cleaner Production*, 57, 124–133. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.037>
- Diario Oficial de la Federación. (2018). *Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos*. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_180121.pdf
- Diario Oficial de la Federación. (2021a). *Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- Diario Oficial de la Federación. (2021b). *Ley General de Salud*. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf_mov/Ley_General_de_Salud.pdf
- DIMBC. (2019). *Directorio de la industria maquiladora de Baja California*. <http://www.industriamaquiladora.com/>
- DNP. (2018). Guía para la construcción y análisis de indicadores. *Departamento Nacional de Planeación*, 6–33. www.dnp.gov.co
- Domínguez, A. (2009). Medio ambiente y política exterior de México: Antecedentes, situación actual y perspectivas. In *Departamento de Estudios Internacionales* (Issue Primavera, pp. 1–41). http://www.iberori.org/productos/dominguez_2009.pdf

- Don R. Hasen; Maryanne M. Mowen. (2007). Capítulo 16 Costos ambientales: medición y control. In *Administración de costos: Contabilidad y costos* (pp. 695–733). <http://fullseguridad.net/wp-content/uploads/2016/11/Administracion-de-costos.-Contabilidad-y-control-Hansen-5th.pdf>
- Dvarioniene, J., & Stasiskiene, Z. (2007). Integrated water resource management model for process industry in Lithuania. *Journal of Cleaner Production*, 15(10), 950–957. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.01.009>
- Estado, P. O. del. (2017). *Ley que Reglamenta el Servicio de Agua Potable en el Estado de Baja California*. https://www.congresobc.gob.mx/Documentos/ProcesoParlamentario/Leyes/TOMO_VII/20200512_LEYREGAGUAPOTABLE.PDF
- FAO. (2003). *Capítulo 3. Por qué la productividad del agua es importante para el desafío global del agua*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/docrep/006/y4525s/y4525s06.htm>
- FAO. (2013). *Food and Agriculture Organization*. FAO. <https://www.fao.org/faostat/es/#data>
- Faulkner, W., & Badurdeen, F. (2014). Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM): Methodology to visualize and assess manufacturing sustainability performance. *Journal of Cleaner Production*, 85, 8–18. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.042>
- Federación, D. O. de la. (2020). *Ley de Aguas Nacionales*. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16_060120.pdf
- Federación, D. O. de la. (2021). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>
- Finkbeiner, M., Inaba, A., Tan, R. B. H., Christiansen, K., & Klüppel, H. J. (2006). The new international standards for life cycle assessment: ISO 14040 and ISO 14044. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 11(2), 80–85. <https://doi.org/10.1065/lca2006.02.002>
- Frischknecht, R., Steiner, R., Braunschweig, A., Egli, N., & Hildesheimer, G. (2006). *Swiss Ecological Scarcity Method: The New Version 2006*. https://www.researchgate.net/publication/237790160_Swiss_Ecological_Scarcity_Method_The_New_Version_2006
- Fritz, M. M. C., Schögl, J. P., & Baumgartner, R. J. (2017). Selected sustainability aspects for supply chain data exchange: Towards a supply chain-wide sustainability assessment. *Journal of Cleaner Production*, 141, 587–607. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.080>
- Gaidajis, G., & Angelakoglou, K. (2016). Sustainability of Industrial Facilities through Water Indicators. *Environmental Processes*, 3, 91–103. <https://doi.org/10.1007/s40710-016-0158-y>
- Galicia Alarcón, L. A., Balderrama Trápaga, J. A., & Edel Navarro, R. (2017). Content validity by experts judgment: Proposal for a virtual tool. *Apertura*, 9(2), 42–53.

<https://doi.org/10.32870/ap.v9n2.993>

- Gan, X., Fernandez, I. C., Guo, J., Wilson, M., Zhao, Y., Zhou, B., & Wu, J. (2017). When to use what: Methods for weighting and aggregating sustainability indicators. *Ecological Indicators*, 81, 491–502. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.05.068>
- Gao, C., Wang, D., Dong, H., Cai, J., Zhu, W., & Du, T. (2011). Optimization and evaluation of steel industry's water-use system. *Journal of Cleaner Production*, 19(1), 64–69. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.08.013>
- Garrido-Baserba, M., Hospido, A., Reif, R., Molinos-Senante, M., Comas, J., & Poch, M. (2014). Including the environmental criteria when selecting a wastewater treatment plant. *Environmental Modelling and Software*, 56, 74–82. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2013.11.008>
- Goedkoop, M., Heijungs, R., Huijbregts, M., De Schryver, A., & Struijs, J. (2013). *Description of the ReCiPe Methodology for Life Assessment Impact Assessment*. <http://www.lcia-recipe.net>
- Graedel, T. E., & Howard-Grenville, J. A. (2005). *Greening the Industrial Facility*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/b136781>
- Grönlund, S. E. (2019). Indicators and methods to assess sustainability of wastewater sludge management in the perspective of two systems ecology models. *Ecological Indicators*, 100, 45–54. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.07.013>
- Grupo IAMSA. (2019). *IAMSA*. <https://iamsa.com.mx/es/industrialparks/>
- Guadalupe Rodriguez Villanueva. (2021). *CESPM Planeacion*.
- Haberl, H., Wackernagel, M., Krausmann, F., Erb, K. H., & Monfreda, C. (2004). Ecological footprints and human appropriation of net primary production: A comparison. *Land Use Policy*, 21(3), 279–288. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2003.10.008>
- Hawn, O., Chatterji, A. K., & Mitchell, W. (2018). Do investors actually value sustainability? New evidence from investor reactions to the Dow Jones Sustainability Index (DJSI). *Strategic Management Journal*, 39(4), 949–976. <https://doi.org/10.1002/smj.2752>
- Heather, A. I. J., & Bridgeman, J. (2007). Water industry asset management: A proposed service-performance model for investment. *Water and Environment Journal*, 21(2), 127–132. <https://doi.org/10.1111/j.1747-6593.2006.00057.x>
- Hedberg, C. J., & Von Malmborg, F. (2003). The global reporting initiative and corporate sustainability reporting in Swedish companies. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 10(3), 153–164. <https://doi.org/10.1002/csr.38>
- Helleno, A. L., de Moraes, A. J. I., Simon, A. T., & Helleno, A. L. (2017). Integrating sustainability indicators and Lean Manufacturing to assess manufacturing processes: Application case studies in Brazilian industry. *Journal of Cleaner Production*, 153, 405–416. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.072>
- Heras, I., & Arana, G. (2010). Alternative models for environmental management in

- SMEs: the case of Ekoscan vs. ISO 14001. *Journal of Cleaner Production*, 18(8), 726–735. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.01.005>
- Hernández, J. R. (2006). *Una visión de la problemática ambiental de Mexicali y su valle: elementos para su gestión*. Universidad Autónoma del Estado de Baja California. <https://books.google.com/books?id=Lw7senG4B2AC&pgis=1>
- Hosnar, J., & Kralj, A. K. (2016). Reduction of water usage in industry by using the MINLP coordinates technique. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 43, 158–164. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2016.05.015>
- Hourneaux, F., Hrdlicka, H. A., Gomes, C. M., & Kruglianskas, I. (2014). The use of environmental performance indicators and size effect: A study of industrial companies. *Ecological Indicators*, 36, 205–212. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.07.009>
- Howsam, P., & Carter, R. C. (1996). *Water Policy: Allocation and Management in practice*. Taylor & Francis Group.
- Hubbard, G. (2009). Measuring organizational performance: Beyond the triple bottom line. *Business Strategy and the Environment*, 18(3), 177–191. <https://doi.org/10.1002/bse.564>
- Ihobe, S. A. (1999). Guía de Indicadores Medioambientales para la Empresa. In N. undReaktorsicherheit Bundesministerium für Umwelt (Ed.), *Bereikintza*. Druckhaus Deutsch.
- INEGI. (2013). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. https://rde.inegi.org.mx/RDE_08/Doctos/RDE_08_opt.pdf
- INEGI. (2014). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. <http://www3.inegi.org.mx>
- INEGI. (2019). *DENUE*. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. <https://en.www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). *Micro, pequeña, mediana y gran empresa Censos Económicos 2019*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825198657.pdf
- Iraldo, F., Testa, F., & Frey, M. (2009). Is an environmental management system able to influence environmental and competitive performance? The case of the eco-management and audit scheme (EMAS) in the European union. *Journal of Cleaner Production*, 17(16), 1444–1452. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.05.013>
- Jacquemin, L., Pontalier, P. Y., & Sablayrolles, C. (2012). Life cycle assessment (LCA) applied to the process industry: A review. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 17(8), 1028–1041. <https://doi.org/10.1007/s11367-012-0432-9>
- Jaffe, M., & Al-Jayyousi, O. (2002). Planning models for sustainable water resource development. *Journal of Environmental Planning and Management*, 45(3), 309–322. <https://doi.org/10.1080/09640560220133379>

- Jasch, C. (2003). The use of Environmental Management Accounting (EMA) for identifying environmental costs. *Journal of Cleaner Production*, 11(6), 667–676. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00107-5](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00107-5)
- Jolliet, O., Margni, M., Charles, R., Humbert, S., Payet, J., Rebitzer, G., & Rosenbaum, R. (2003). IMPACT 2002+: A New Life Cycle Impact Assessment Methodology. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 8(6), 324–330. <https://doi.org/10.1007/BF02978505>
- Joung, C. B., Carrell, J., Sarkar, P., & Feng, S. C. (2013). Categorization of indicators for sustainable manufacturing. *Ecological Indicators*, 24, 148–157. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.05.030>
- Kaklauskas, A., Herrera-Viedma, E., Echenique, V., Zavadskas, E. K., Ubarte, I., Mostert, A., Podvezko, V., Binkyte, A., & Podviezko, A. (2018). Multiple criteria analysis of environmental sustainability and quality of life in post-Soviet states. *Ecological Indicators*, 89, 781–807. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.12.070>
- Kaly, U., Briguglio, L., McLeod, H., Schmall, S., Pratt, C., & Pal, R. (1999). *Environmental Vulnerability Index (EVI) to summarise national environmental vulnerability profiles*. SOPAC. https://www.researchgate.net/publication/267821112_Environmental_Vulnerability_Index_EVI_to_summarise_national_environmental_vulnerability_profiles
- Khan, F. I., Natrajan, B. R., & Revathi, P. (2001). GreenPro: A new methodology for cleaner and greener process design. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 14(4), 307–328. [https://doi.org/10.1016/S0950-4230\(00\)00047-4](https://doi.org/10.1016/S0950-4230(00)00047-4)
- Khan, F. I., Sadiq, R., & Veitch, B. (2004). Life cycle iNdeX (LInX): A new indexing procedure for process and product design and decision-making. *Journal of Cleaner Production*, 12(1), 59–76. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00194-4](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00194-4)
- Kim, J. K. (2012). System analysis of total water systems for water minimization. *Chemical Engineering Journal*, 193–194, 304–317. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2012.04.021>
- Klemes, J. J. (2012). Industrial water recycle/reuse. *Current Opinion in Chemical Engineering*, 1(3), 238–245. <https://doi.org/10.1016/j.coche.2012.03.010>
- Koehler, A. (2008). Water use in LCA: Managing the planet's freshwater resources. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 13(6), 451–455. <https://doi.org/10.1007/s11367-008-0028-6>
- Krajnc, D., & Glavič, P. (2005). A model for integrated assessment of sustainable development. *Resources, Conservation and Recycling*, 43(2), 189–208. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2004.06.002>
- Labuschagne, C., Brent, A. C., & Van Erck, R. P. G. (2005). Assessing the sustainability performances of industries. *Journal of Cleaner Production*, 13(4), 373–385. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2003.10.007>
- Lara, I. J., & Franco, O. C. (2017). ANÁLISIS DEL COSTO – BENEFICIO UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN. *Revista Contribuciones a La Economía*. https://www.researchgate.net/publication/334725810_ANALISIS_DEL_COSTO_-

_BENEFICIO_UNA_HERRAMIENTA_DE_GESTION

- Lawn, P. A. (2003). A theoretical foundation to support the Index of Sustainable Economic Welfare (ISEW), Genuine Progress Indicator (GPI), and other related indexes. *Ecological Economics*, 44(1), 105–118. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00258-6](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00258-6)
- Li, A. H., Yang, Y. Z., & Liu, Z. Y. (2015). Analysis of water-using networks with multiple contaminants involving regeneration recycling. *Chemical Engineering Science*, 134, 44–56. <https://doi.org/10.1016/j.ces.2015.04.044>
- Linke, B. S., Corman, G. J., Dornfeld, D. A., & Tönissen, S. (2013). Sustainability indicators for discrete manufacturing processes applied to grinding technology. *Journal of Manufacturing Systems*, 32(4), 556–563. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2013.05.005>
- Liu, K. F. R., Ko, C. Y., Fan, C., & Chen, C. W. (2013). Incorporating the LCIA concept into fuzzy risk assessment as a tool for environmental impact assessment. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 27(4), 849–866. <https://doi.org/10.1007/s00477-012-0621-x>
- Liu, L., Wang, J., Song, H., Du, J., & Yang, F. (2016). Synthesis of water networks for industrial parks considering inter-plant allocation. *Computers and Chemical Engineering*, 91, 307–317. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2016.03.013>
- López-Vallejo Olvera, M. (2014). La agenda ambiental mexicana ante la gobernanza global y regional. *Revista de El Colegio de San Luis*, IV(7), 102. <https://doi.org/10.21696/rcsl072014588>
- Mahjouri, M., Ishak, M. B., Torabian, A., Abd Manaf, L., Halimoon, N., & Ghodduji, J. (2017). Optimal selection of Iron and Steel wastewater treatment technology using integrated multi-criteria decision-making techniques and fuzzy logic. *Process Safety and Environmental Protection*, 107, 54–68. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2017.01.016>
- Manuel, G., Quispe, C., & Ruez, L. (2003). Mejora continua de la calidad en los procesos. *Industrial Data*, 6(1), 89–94. <https://www.redalyc.org/pdf/816/81606112.pdf><https://www.redalyc.org/pdf/816/81606112.pdf><http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81606112>
- Marín, J. J. C. (1997). 3. G. 1. Modelo integrado de gestion industrial. *Qualitas Hodie: Excelencia, Desarrollo Sostenible e Innovación*, 34, 36–38.
- Martins, R., & Fortunato, A. (2016). Critical analysis of the Portuguese Water Industry Restructuring Plan. *Utilities Policy*, 43, 131–139. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2016.06.014>
- Marzullo, R. de C. M., Matai, P. H. L. dos S., & Morita, D. M. (2018). New method to calculate water ecotoxicity footprint of products: A contribution to the decision-making process toward sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 188, 888–899. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.307>
- Meneses, Y. E., Stratton, J., & Flores, R. A. (2017). Water reconditioning and reuse in the

- food processing industry: Current situation and challenges. *Trends in Food Science and Technology*, 61, 72–79. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.12.008>
- Micheli, J. (2002). Política ambiental en México y su dimensión regional. *Región y Sociedad*, 14(23), 129–170. <https://doi.org/10.22198/rys.2002.23.a712>
- Monje Álvarez, C. A. (2011). Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica. *Universidad Surcolombiana*, 1–216.
- Moretti, M., & Markič, M. (2015). Training on Sustainable Use of Water in the Processing Industry / Usposabljanje o trajnostni rabi vode v predelovalni industriji. *Naše Gospodarstvo/Our Economy*, 61(2), 3–14. <https://doi.org/10.1515/ngoe-2015-0005>
- Mueller, S. A., Carlile, A., Bras, B., Niemann, T. A., Rokosz, S. M., McKenzie, H. L., Chul Kim, H., & Wallington, T. J. (2015). Requirements for water assessment tools: An automotive industry perspective. *Water Resources and Industry*, 9, 30–44. <https://doi.org/10.1016/j.wri.2014.12.001>
- Mughees, W., & Al-Ahmad, M. (2015). Application of water pinch technology in minimization of water consumption at a refinery. *Computers and Chemical Engineering*, 73, 34–42. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2014.11.004>
- Mustapha, M. A., Manan, Z. A., & Wan Alwi, S. R. (2017). Sustainable Green Management System (SGMS) – An integrated approach towards organisational sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 146, 158–172. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.033>
- Narodoslawsky, M., & Krotscheck, C. (2004). What can we learn from ecological valuation of processes with the sustainable process index (SPI) - The case study of energy production systems. *Journal of Cleaner Production*, 12(2), 111–115. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00184-1](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00184-1)
- Nations, U. (2016). *Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development*. https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E
- Nobel, C. E., & Allen, D. T. (2000). Using Geographic Information Systems (GIS) in industrial water reuse modelling. *Process Safety and Environmental Protection*, 78(4), 295–303. <https://doi.org/10.1205/095758200530817>
- OECD, O. for E. C. and D. (2016). Development Co-operation Report 2016: The Sustainable Development Goals as Business Opportunities. *OECD Publishing*, 119–136. <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/dcr-2016-en>
- ONU. (2008). *Guidance on Corporate Responsibility Indicators in annual reports*. <https://digitallibrary.un.org/record/580557?ln=es>
- ONU. (2015). *Organización de las Naciones Unidas*. ONU. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Oțoiu, A., & Grădinaru, G. (2018). Proposing a composite environmental index to account for the actual state and changes in environmental dimensions, as a critique to EPI. *Ecological Indicators*, 93, 1209–1221. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.06.009>

- Owusu-Sekyere, E., Scheepers, M. E., & Jordaan, H. (2017). Economic Water Productivities Along the Dairy Value Chain in South Africa: Implications for Sustainable and Economically Efficient Water-use Policies in the Dairy Industry. *Ecological Economics*, 134, 22–28. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.12.020>
- Pandian, G. S. (2013). Composite Performance Index for Sustainability. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 3(1), 91–102. <https://doi.org/10.9790/2402-03191102>
- Pérez Calderón, J. (2010). La política ambiental en México: Gestión e instrumentos económicos. *El Cotidiano*, 162, 91–97. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32513882011>
- Periódico Oficial del Estado. (2017). *Ley de Fomento a la Cultura del Cuidado del Agua para el Estado de Baja California*. 1–8. <http://transparencia.pjbc.gob.mx/documentos/pdfs/leyes/LeyFomentoCulturaCuidadoAgua.pdf>
- Pfister, S., Boulay, A. M., Berger, M., Hadjikakou, M., Motoshita, M., Hess, T., Ridoutt, B., Weinzettel, J., Scherer, L., Döll, P., Manzardo, A., Núñez, M., Verones, F., Humbert, S., Buxmann, K., Harding, K., Benini, L., Oki, T., Finkbeiner, M., & Henderson, A. (2017). Understanding the LCA and ISO water footprint: A response to Hoekstra (2016) “A critique on the water-scarcity weighted water footprint in LCA.” *Ecological Indicators*, 72, 352–359. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.07.051>
- Pham, T. T., Mai, T. D., Pham, T. D., Hoang, M. T., Nguyen, M. K., & Pham, T. T. (2016). Industrial water mass balance as a tool for water management in industrial parks. *Water Resources and Industry*, 13, 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.wri.2016.04.001>
- Pilouk, S., & Koottatep, T. (2017). Environmental performance indicators as the key for eco-industrial parks in Thailand. *Journal of Cleaner Production*, 156, 614–623. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2017.04.076>
- PROFEPA. (1992). Programa Nacional de Auditoría Ambiental. *PROFEPA*. http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/3934/1/mx/que_es_el_programa.html
- PRONACOSE. (2018). *Comisión Nacional del Agua*. CONAGUA. <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/programa-nacional-contrala-sequia-monitoreo-de-la-sequia-64594>
- Ramírez Hernández, J. (2021). Las aguas subterráneas transfronterizas del delta del río Colorado, un reto para la cooperación. In V. S. M. José Luis Castro Ruiz, Alfonso Andrés Cortez Lara (Ed.), *Visiones contemporáneas de la cooperación y la gestión del agua en la frontera México-Estados Unidos* (First Edit, pp. 177–211). El Colegio de la Frontera Norte, A. C. https://www.researchgate.net/publication/355057417_Visiones_contemporaneas_de_la_cooperacion_y_la_gestion_del_agua_en_la_frontera_Mexico-Estados_Unidos_Contemporary_visions_of_water_cooperation_and_management_in_the_Mexico-United_States_Border
- Riojas, C. (2001). Reseña de “El agua y su historia. México y sus desafíos hacia el siglo XXI” de Alejandro Tortolero Villaseñor. *Frontera Norte*.

https://www.researchgate.net/publication/26419974_Resena_de_El_agua_y_su_historia_Mexico_y_sus_desafios_hacia_el_siglo_XXI_de_Alejandro_Tortolero_Villasenor

- Ríos Flores, J. L., Torres Moreno, M., Ruiz Torres, J., & Torres Moreno, M. A. (2016). Eficiencia y productividad del agua de riego en trigo (*Triticum vulgare*) de Ensenada y Valle de Mexicali. *Acta Universitaria (Universidad de Guanajuato)*, 26(1), 20–29. https://www.researchgate.net/publication/303874058_Eficiencia_y_productividad_d_el_agua_de_riego_en_trigo_Triticum_vulgare_de_Ensenada_y_Valle_de_Mexicali_Baja_California_Mexico
- Rodríguez, O. (2005). Modelo ELVA de excelencia medioambiental: el camino directo hacia la excelencia en la gestión sostenible. *Qualitas Hodie: Excelencia, Desarrollo Sostenible e Innovación*, 102, 10–11.
- Romero, I., & Carnero, M. C. (2019). Environmental assessment in health care organizations. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(4), 3196–3207. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-1016-9>
- Sacramento-Rivero, J. C. (2012). A methodology for evaluating the sustainability of biorefineries: Framework and indicators. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 6(1), 32–44. <https://doi.org/10.1002/bbb.335>
- Sakellariou, N. (2018). A historical perspective on the engineering ideologies of sustainability: the case of SLCA. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 23(3), 445–455. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1167-9>
- Saldívar V., A., Barrera, A., Rosales, P., & Villaseñor, E. (2002). Tres metodologías para evaluar la su sustentabilidad: 10 años después de Río. *Investigación Económica*, 62(242), 159–185. https://www.researchgate.net/publication/40426122_Tres_metodologias_para_evaluar_la_sustentabilidad_10_anos_despues_de_Rio
- Salvati, L., & Carlucci, M. (2014). A composite index of sustainable development at the local scale: Italy as a case study. *Ecological Indicators*, 43, 162–171. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.02.021>
- Sanginés, A. G. (2005). POLÍTICA AMBIENTAL EN MÉXICO: GÉNESIS, DESARROLLO Y PERSPECTIVAS. *ICE*, 821, 163–175. https://www.researchgate.net/publication/277269144_Politica_ambiental_en_Mexico_genesis_desarrollo_y_perspectivas
- Santos, G., Rebelo, M., Lopes, N., Alves, M. R., & Silva, R. (2016). Implementing and certifying ISO 14001 in Portugal: motives, difficulties and benefits after ISO 9001 certification. *Total Quality Management and Business Excellence*, 27(11–12), 1211–1223. <https://doi.org/10.1080/14783363.2015.1065176>
- Saurat, M., & Ritthoff, M. (2013). Calculating MIPS 2.0. *Resources*, 2(4), 581–607. <https://doi.org/10.3390/resources2040581>
- Schmiedeknecht, M. H. (2013). Environmental Sustainability Index. *Encyclopedia of Corporate Social Responsibility*, 1017–1024. <https://doi.org/10.1007/978-3-642->

- Sciubba, E., & Ulgiati, S. (2005). Emergy and exergy analyses: Complementary methods or irreducible ideological options? *Energy*, 30(10), 1953–1988. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2004.08.003>
- Seay, S. S. (2015). HOW INCORPORATING A SUSTAINABLE BUSINESS MODEL CREATES VALUE. *Business Studies Journal*, 7(1), 46–61.
- SEMARNAT. (1997). *NOM-001-SEMARNAT-1996*. <https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3290/1/nom-001-semarnat-1996.pdf>
- SEMARNAT. (1998a). *NOM-002-SEMARNAT-1996*. <https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3290/1/nom-001-semarnat-1996.pdf>
- SEMARNAT. (1998b). *NOM-003-SEMARNAT-1997*. <https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3290/1/nom-001-semarnat-1996.pdf>
- SEMARNAT. (2003). *NOM-004-SEMARNAT-2002*. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=691939&fecha=15/08/2003
- SEMARNAT. (2006a). *La Gestión Ambiental en México*. Procuraduría Ambiental y Del Ordenamiento Territorial Del D. F. [https://paot.org.mx/centro/ine-semarnat/libro_blanco semarnap.pdf](https://paot.org.mx/centro/ine-semarnat/libro_blanco_semarnap.pdf)
- SEMARNAT. (2006b). *NOM-052-SEMARNAT-2005*. <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/1055/SEMARNA/SEMARNA.htm>
- SEMARNAT. (2011). *Tu Huella Hídrica*. <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CD001606.pdf>
- SEMARNAT. (2017). *Importancia de las secretarías: SEMARNAT*. Hoja Técnica 12. <https://www.uacj.mx/ICB/UEB/documentos/14.SEMARNAT.pdf>
- Severo, E. A., Guimarães, J. C. F. de, & Dorion, E. C. H. (2017). Cleaner production and environmental management as sustainable product innovation antecedents: A survey in Brazilian industries. *Journal of Cleaner Production*, 142, 87–97. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.090>
- Shao, J., Taisch, M., & Mier, M. O. (2017). Influencing factors to facilitate sustainable consumption: from the experts' viewpoints. *Journal of Cleaner Production*, 142, 203–216. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.111>
- Shonnard, D. R., Kicherer, A., & Saling, P. (2003). Industrial Applications Using BASF Eco-Efficiency Analysis: Perspectives on Green Engineering Principles. *Environmental Science and Technology*, 37(23), 5340–5348. <https://doi.org/10.1021/es034462z>
- Sikdar, S. K. (2003). Sustainable development and sustainability metrics. *AIChE Journal*, 49(8), 1928–1932. <https://doi.org/10.1002/aic.690490802>
- Silva, D. A. L., Mendes, N. C., Varanda, L. D., Ometto, A. R., & Lahr, F. A. R. (2013). Life cycle assessment of urea formaldehyde resin: Comparison by CML (2001), EDIP (1997) and USEtox (2008) methods for toxicological impact categories. *Re-*

- Engineering Manufacturing for Sustainability - Proceedings of the 20th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering*, 529–534. https://doi.org/10.1007/978-981-4451-48-2_86
- Singh, R. K., Murty, H. R., Gupta, S. K., & Dikshit, A. K. (2007). Development of composite sustainability performance index for steel industry. *Ecological Indicators*, 7(3), 565–588. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2006.06.004>
- Smith, L., & Ball, P. (2012). Steps towards sustainable manufacturing through modelling material, energy and waste flows. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 227–238. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.01.036>
- Souza, J. N. M., Levy, A. L. L., & Costa, A. L. H. (2018). Optimization of cooling water system hydraulic debottlenecking. *Applied Thermal Engineering*, 128, 1531–1542. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2017.09.089>
- Sovacool, B. K., Bazilian, M., Griffiths, S., Kim, J., Foley, A., & Rooney, D. (2021). Decarbonizing the food and beverages industry: A critical and systematic review of developments, sociotechnical systems and policy options. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 143(Suppl), 35. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110856>
- Spangenberg, J. H., & Bonniot, O. (1998). Sustainability indicators: a compass on the road towards sustainability. *Wuppertal Papers*, 81. <https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/721/file/WP81.pdf>
- SSA. (1994). *NOM-127-SSA1-1994*. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html>
- SSA. (1998). *NOM-180-SSA1-1998*. <http://legismex.mty.itesm.mx/normas/ssa1/ssa1180.pdf>
- SSA. (1999). *NOM-179-SSA1-2020*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5603318&fecha=22/10/2020
- SSA. (2002). *NOM-230-SSA1-2002*. <http://www.cucba.udg.mx/sites/default/files/proteccioncivil/normatividad/NOM-230-SSA1-2002.pdf>
- SSA. (2012). *NOM-245-SSA1-2010*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5256066&fecha=25/06/2012
- SSA. (2014). *NOM-210-SSA1-2014*. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5398468&fecha=26/06/2015
- SSA. (2015). *NOM-201-SSA1-2015*. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5420977&fecha=22/12/2015
- Tanner, A. S., McIntosh, B. S., Widdowson, D. C. C., & Tillotson, M. R. (2018). The water Utility Adoption Model (wUAM): Understanding influences of organisational and procedural innovation in a UK water utility. *Journal of Cleaner Production*, 171, S86–S96. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.176>
- Tapia, J. C. (2014). *Diagrama de flujo*.

https://www.arcacontal.com/media/176589/anexo_gijkl.pdf

- Thiede, S., Kurle, D., & Herrmann, C. (2017). The water–energy nexus in manufacturing systems: Framework and systematic improvement approach. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 66(1), 49–52. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2017.04.108>
- Traverso, M., Finkbeiner, M., Jørgensen, A., & Schneider, L. (2012). Life Cycle Sustainability Dashboard. *Journal of Industrial Ecology*, 16(5), 680–688. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2012.00497.x>
- Trianni, A., Cagno, E., & Neri, A. (2017). Modelling barriers to the adoption of industrial sustainability measures. *Journal of Cleaner Production*, 168, 1482–1504. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.244>
- Tristán-López, A. (2008). Modificación al modelo de Lawshe para el dictamen cuantitativo de la validez de contenido de un instrumento objetivo. *Avances En Medición*, 6(1), 37–48. https://www.humanas.unal.edu.co/lab_psicometria/application/files/9716/0463/3548/VOL_6._Articulo4_Indice_de_validez_de_contenido_37-48.pdf
- Tugnoli, A., Santarelli, F., & Cozzani, V. (2008). An approach to quantitative sustainability assessment in the early stages of process design. *Environmental Science and Technology*, 42(12), 4555–4562. <https://doi.org/10.1021/es702441r>
- Ullmer, C., Kimde, N., Lassahn, A., Gruhn, G., & Schulz, K. (2005). WADO™: Water design optimization - Methodology and software for the synthesis of process water systems. *Journal of Cleaner Production*, 13(5 SPEC. ISS.), 485–494. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2003.09.009>
- United Nations Pubns. (2008). Guidance on corporate responsibility indicators in annual reports. *United Nations Publications*. https://unctad.org/system/files/official-document/iteteb20076_en.pdf
- Valdez-Juárez, L. E., Ramos-Escobar, E. A., Gallardo-Vázquez, D., & Borboa-Álvarez, E. P. (2018). ISO 14001 and 26001, Agents of Change in the SMEs. *The Journal of Men's Studies*, 9(1), 32. <https://doi.org/10.20944/preprints201811.0028.v1>
- Valdivieso Taborga, C. E., Valdivieso Castellón, R., & Valdivieso Taborga, O. Á. (2011). Determinación Del Tamaño Muestral Mediante El Uso De Árboles De Decisión Sample Size Determination Using Decision Trees. *Investigacion & Desarrollo*, 11(1), 53–80. <https://doi.org/10.23881/idupbo.011.1-4e>
- van Bommel, K. (2018). Managing tensions in sustainable business models: Exploring instrumental and integrative strategies. *Journal of Cleaner Production*, 196, 829–841. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.063>
- Veleva, V., & Ellenbecker, M. (2001). Indicators of sustainable production: Framework and methodology. *Journal of Cleaner Production*, 9(6), 519–549. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(01\)00010-5](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(01)00010-5)
- Walsh, B. P., Bruton, K., & O'Sullivan, D. T. J. (2017). The true value of water: A case-study in manufacturing process water-management. *Journal of Cleaner Production*, 141, 551–567. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.106>

- Walsh, B. P., Cusack, D. O., & O'Sullivan, D. T. J. (2016). An industrial water management value system framework development. *Sustainable Production and Consumption*, 5, 82–93. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2015.11.004>
- Wendlandt Amezaga, T. R., Álvarez Medina, M. T., Nuñez Ramírez, M. A., & Valdez Pineda, D. I. (2016). Validación de un instrumento para medir la responsabilidad social empresarial en consumidores de México. *AD-Minister*, 29, 79–100. <https://doi.org/10.17230/ad-minister.29.4>
- Xie, Y. L., Xia, D. H., Huang, G. H., & Ji, L. (2018). Inexact stochastic optimization model for industrial water resources allocation under considering pollution charges and revenue-risk control. *Journal of Cleaner Production*, 203, 109–124. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.245>
- Yang, Y., Ni, F., & Deng, Y. (2014). The Challenge of Water Resources Management in Sichuan Province: Research on Water Resources Management and Water Allocation Based on Water Quality, Water Volume and Water Use Efficiency. *Nature Environment & Pollution Technology*, 13(4), 827–830. https://www.researchgate.net/publication/297874399_The_challenge_of_water_resources_management_in_Sichuan_province_Research_on_water_resources_management_and_water_allocation_based_on_water_quality_water_volume_and_water_use_efficiency
- Yao, X., Feng, W., Zhang, X., Wang, W., Zhang, C., & You, S. (2018). Measurement and decomposition of industrial green total factor water efficiency in China. *Journal of Cleaner Production*, 198, 1144–1156. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.138>
- Young, R. (2004). Dilemmas and advances in corporate social responsibility in Brazil. The work of the Ethos Institute. *Natural Resources Forum*, 28(4), 291–301. <https://doi.org/10.1111/j.1477-8947.2004.00102.x>
- Zanchi, L., Delogu, M., Zamagni, A., & Pierini, M. (2018). Analysis of the main elements affecting social LCA applications: challenges for the automotive sector. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 23(3), 519–535. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1176-8>
- Zeng, Z., Liu, J., & Savenije, H. H. G. (2013). A simple approach to assess water scarcity integrating water quantity and quality. *Ecological Indicators*, 34, 441–449. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.06.012>
- Zhang, F., Xue, H., Wang, H., & Dong, H. (2017). Industrial Growth Path under the Restriction of Water Resources in China. *Procedia Engineering*, 174, 934–940. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.244>
- Zhao, H. P., Wang, Z. F., Chan, T. C., & Liu, Z. Y. (2016). Design of regeneration recycling water networks by means of concentration potentials and a linear programming method. *Journal of Cleaner Production*, 112, 4667–4673. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.130>
- Zimmer, K., Fröhling, M., & Schultmann, F. (2016). Sustainable supplier management - A review of models supporting sustainable supplier selection, monitoring and development. *International Journal of Production Research*, 54(5), 1412–1442.

Capítulo 7. Anexos

A1. Diseño de la primera encuesta.

Encuesta							
Objetivo:							
Agradecemos su tiempo y apoyo para realizar esta encuesta. El objetivo de este cuestionario es únicamente con fines de investigación; es parte de un trabajo de doctorado el cual busca encontrar las relaciones de ciertos factores con la productividad. La información que proporcione a continuación es totalmente confidencial. Si desea continuar, siga las siguientes instrucciones.							
				Fecha:			
Puesto:				Departamento			
Tiempo ejerciendo:		Entre 1 a 5 años:		Entre 5 y 10 años:		>10 años:	
Sector industrial:							
Alimentos:							
Bebidas:		Vidrio:		Empaque y embalaje:			
Aeroespacial:		Automotriz:		Médico:			
Metalmecánica:		Electrónica:		Otro:			
Nombre de la empresa:							
Antigüedad en la ciudad:							
Cantidad total de empleados:							
Sección 1		Preguntas					
1		¿En su sistema de evaluación de desempeño interno, incorporan la medición de factores en los usos del agua (Ejemplo: consumo de agua total, por procesos, reuso tratamiento)?					
2		¿Utilizan un enfoque del ciclo de vida del producto (LCA) para el elaboración y diseño del producto, teniendo el enfoque del consumo de agua?					
3		¿Utilizan un enfoque de ecodiseño en sus productos, enfocándose en su impacto ambiental por el uso del agua?					
4		¿Cuentan con recursos asignados del presupuesto anual de la empresa para el impacto ambiental y proyectos de mejora en esta área?					
5		¿En el área de producción/manufactura se monitorea y controla el uso y la calidad del agua?					
6		¿Cuentan con tratamiento de agua para sus descargas?					
7		¿Monitorean la calidad del agua, las descargas y sus reúsos?					
8		¿Cuentan con sistema de tratamiento de agua para el uso en sus procesos?					

A2. Diseño de la primera encuesta (Segunda parte).

Sección II	Preguntas
1	La implementación de prácticas sustentables, ¿han impactado en la disminución de los costos de consumo de agua?
2	El realizar prácticas sustentables en su empresa, ¿han beneficiado en una disminución de costos por tratamiento de agua?
3	¿Se ha tenido una disminución de multas ambientales, al implementar practicas sustentables?
4	¿Se ha visto un incremento en la competitividad de la empresa, al ejecutar practicas sustentables en su organización?
5	¿Las practicas sustentable ha logrado una reducción en los riesgos ambientales?
6	¿El cambio hacia una cultura sustentable ha logrado una disminución del uso de materiales y componentes peligrosos?
7	¿El llevar a cabo practicas sustentables ha impactado en la disminución en el consumo de agua?
8	Al poner en marcha practicas sustentables, ¿han logrado una disminución en la frecuencia de accidentes ambientales?
9	¿Contar con certificaciones sociales (ejemplo: empresa socialmente responsable) ha impactado en el desempeño de la organización?
10	¿Contribuir con protección del medio ambiente ha impactado en la organización?
11	La realización de proyectos con la comunidad, ¿ha contribuido a la mejora en la imagen de la empresa a la sociedad e impactado en el desempeño de la misma?
12	¿Se ha logrado una mejora en la satisfacción de los empleados?
13	¿Se ha logrado un impacto en el mejoramiento de la salud y seguridad de los empleados?
14	¿Se han logrado la reducción en horas perdidas por accidentes de trabajo al integrar proyectos ambientales?
Sección III	Preguntas
1	¿Cuentan con un sistema de gestión ambiental (Ejemplo: ISO 14000)?
2	¿Se cuentan dentro de las políticas de la empresa con el desarrollo de proyectos de mejora en el uso y calidad del agua?
3	¿Cuentan con capacitaciones de concientización del cuidado al medio ambiente dentro de la empresa enfocadas en el uso y calidad del agua?
4	¿Aplican al programa cero descargas de agua al drenaje municipal de CESPMP?
5	¿Aplican el reusó del agua para algún proceso o servicio (ejemplo: sanitarios, riego de jardín)?
6	¿Realizan auditorías ambientales enfocadas al agua?
7	¿Aplican auditorías ambientales a sus proveedores?
8	¿Se requiere que sus proveedores cuenten con certificación ambiental (Ejemplo: ISO 14000)?
9	¿Cuentan con programas ambientales relacionados con la sociedad?
Sección IV	Preguntas
1	¿Cuentan con medición de la productividad física del agua, unidades producidas mensualmente (l, kg, piezas) /Consumo mensual de agua] de su producto? Si responde afirmativamente la anterior pregunta, pase a la pregunta 2, si no, pasar a pregunta 3
2	¿Conoce el valor? ¿Cuánto fue dicho valor, el mes anterior de realizada la encuesta y que unidades son?
3	¿Cuentan con medición de la productividad económica del agua [Ingresos neto/Consumo mensual de agua] de su producto? Si responde afirmativamente la anterior pregunta, pase a la pregunta 4, si no, pasar a pregunta 5
4	¿Conoce el valor? ¿Cuánto fue dicho valor, el mes anterior de realizada la encuesta y que unidades son?
5	¿Cuál es su producción mensual y consumo de agua, el mes anterior de realizada la encuesta y unidades de cada valor?
6	¿Cuál es el objetivo principal para la implementación de prácticas sustentables?
7	¿Además de la productividad del agua, qué indicadores utiliza su empresa actualmente para medir el desempeño sustentable en el uso del agua?
8	¿Cuentan con incentivos por incorporar prácticas sustentables en su organización?
9	¿Qué obstáculos ha encontrado para incorporar prácticas sustentables en su organización?
10	¿Cuál de las tres dimensiones sustentables (económica, ambiental y social) tiene mayor prioridad en su organización?
11	¿Qué áreas de mejora encuentra en su organización?
12	¿Tiene certificaciones ambientales su organización? ¿cuáles?
13	¿De qué tipo de fuente de agua utilizan (CESPM, Canal, Pozo)?
14	¿Cuentan con tanque de almacenamiento de agua en la entrada? ¿Cuál es su capacidad?
15	¿A su fuente inicial de agua, se le da un tratamiento? Si es afirmativo, ¿es antes o después de almacenarla?
16	¿En qué procesos directos e indirectos interviene el uso de agua? Mencíónelos.
17	¿En qué servicios y equipos se utiliza agua? Mencíónelos.
18	¿Se le da un tipo de tratamiento en algún proceso o equipo en particular? Mencione el proceso/equipo y que tipo de tratamiento se le da (equipos).
19	¿Cuentan con planta de tratamiento de aguas residuales? ¿De qué tipo?
20	¿Cuentan con uso de agua tratada para algún área? Si es afirmativa, mencionar y en qué proporción se utiliza.
21	¿El agua es parte de la materia prima del producto?
22	¿A que normas realizan su cumplimiento para sus descargas y reusó?
23	¿Cuentan con un programa de monitoreo de calidad del agua? ¿Qué parámetros se analizan?
24	¿El análisis de la calidad del agua se realiza solo a sus descargas? ¿Con que frecuencia y es a través de un laboratorio certificado?

A3. Encuesta de evaluación.

	Gabriela Jacobo				Mildrend				Campbell				Socorro			
	S	CL	CO	R	S	CL	CO	R	S	CL	CO	R	S	CL	CO	R
Sección 1	Puntuación															
1	4	3	4	4	4	3	4	4	1	1	4	4	3	3	3	3
2	4	4	4	4	4	3	4	4	1	1	4	4	1	1	1	1
3	4	4	4	4	4	3	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
4	4	2	4	4	4	3	4	4	3	1	4	4	3	3	3	3
5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	1	4	4	3	3	3	3
6	4	4	4	4	4	3	4	4	3	1	4	4	4	4	4	4
7	2	4	4	4	4	3	4	4	3	1	4	4	4	4	4	4
8	4	4	4	4	4	3	4	4	3	1	4	4	4	4	4	4
Sección 2	Puntuación															
1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
2	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	3	3	3	3
3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
5	3	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
6	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
7	4	4	4	4	4	3	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
8	3	4	4	4	4	3	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
9	3	4	4	4	4	3	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
10	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
11	3	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
12	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
13	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
14	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
Sección 3	Puntuación															
1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
2	4	4	4	4	4	3	3	4	1	1	4	4	4	4	4	4
3	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	3	3	3	3
5	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
6	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
7	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
8	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
9	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
Sección 4	Puntuación															
1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	1	1	1	1
2	4	4	4	4	4	2	4	4	1	1	4	4	1	1	1	1
3	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	1	1	1	1
4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	1	1	1	1
5	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	1	1	1	1
6	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
7	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
8	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
9	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
10	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
11	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
12	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
13	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
14	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
15	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
16	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
17	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
18	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
19	3	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
20	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
21	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
22	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
23	3	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
24	3	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4

A4. Versión final de la encuesta (Primera parte).

Seccion	Preguntas	Comentarios	Gabriela Jacobo				Mildrend			
			Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia
1	¿Cuánto es su consumo promedio mensual de agua (m ³)?	Nueva pregunta	4	4	4	4	4	4	4	4
2	¿Cuánto es su producción promedio mensual (litros, piezas, unidades, kg, Mw-h)?	Sección 4, pregunta 1	4	4	4	4	4	4	4	4
3	¿Cuál fue su producción y consumo de agua, el mes anterior de realizada la encuesta y unidades de cada valor?	Sección 4, pregunta 7	4	4	4	4	4	4	4	4
4	¿Qué indicadores utiliza su empresa actualmente para medir el desempeño sustentable en el uso del agua?	Sección 4, pregunta 9	4	4	4	4	4	4	4	4
5	¿Cuál de las tres dimensiones sustentables (económica, ambiental y social) tiene mayor prioridad en su organización?	Sección 4, pregunta 12	4	4	4	4	4	4	4	4
6	¿Tiene certificaciones ambientales su organización? ¿cuáles?	Sección 4, pregunta 14	4	4	4	4	4	4	4	4
7	¿A su fuente inicial de agua, se le da un tratamiento? Si es afirmativo, ¿es antes o después de almacenarla?	Sección 4, pregunta 17	4	4	4	4	4	4	4	4
8	¿Cuentan con planta de tratamiento de aguas residuales? De ser así ¿De qué tipo?	Sección 4, pregunta 21	3	4	4	4	4	4	4	4
9	¿Cuentan con uso de agua tratada para algún área? Si es afirmativa, mencionar y en que proporción se utiliza.	Sección 4, pregunta 22	4	4	4	4	4	4	4	4
10	¿El agua es parte de la materia prima del producto?	Sección 4, pregunta 23	4	4	4	4	4	4	4	4
11	¿A que normas se apegan para su cumplimiento en relación a sus descargas y reuso?	Sección 4, pregunta 24	4	4	4	4	4	4	4	4
12	¿Cuentan con un programa de monitoreo de calidad del agua? Si así es ¿Qué parámetros se analizan?	Sección 4, pregunta 25	3	4	4	4	4	4	4	4
13	¿En cuantos de sus procesos interviene el agua? Y cuáles son?	Nueva pregunta	4	4	4	4	4	4	4	4
14	De estos procesos, ¿En cuantos tienen medidor de flujo en la entrada y salida?	Nueva pregunta	4	4	4	4	4	4	4	4
15	¿Se realizan análisis de la calidad del agua? De ser así ¿En qué puntos del proceso?	Nueva pregunta	4	4	4	4	4	4	4	4
16	¿Con que frecuencia se analiza la calidad del agua? De ser así, ¿Se realiza con un laboratorio certificado?	Sección 4, pregunta 26	3	4	4	4	4	4	4	4

A5. Versión final de la encuesta (Segunda parte).

Sección	Preguntas	Comentarios	Campbell				Socorro			
			Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia
1	¿Cuánto es su consumo promedio mensual de agua (m³)?	Nueva pregunta	4	4	4	4	4	4	4	4
2	¿Cuánto es su producción promedio mensual (litros, piezas, unidades, kg, Mw-h)?	Sección 4, pregunta 1	1	1	4	4	1	1	1	1
3	¿Cuál fue su producción y consumo de agua, el mes anterior de realizada la encuesta y unidades de cada valor?	Sección 4, pregunta 7	1	1	4	4	1	1	1	1
4	¿Qué indicadores utiliza su empresa actualmente para medir el desempeño sustentable en el uso del agua?	Sección 4, pregunta 9	1	1	4	4	4	4	4	4
5	¿Cuál de las tres dimensiones sustentables (económica, ambiental y social) tiene mayor prioridad en su organización?	Sección 4, pregunta 12	1	1	4	4	4	4	4	4
6	¿Tiene certificaciones ambientales su organización? ¿cuáles?	Sección 4, pregunta 14	1	1	4	4	4	4	4	4
7	¿A su fuente inicial de agua, se le da un tratamiento? Si es afirmativo, ¿es antes o después de almacenarla?	Sección 4, pregunta 17	1	1	4	4	4	4	4	4
8	¿Cuentan con planta de tratamiento de aguas residuales? De ser así ¿De qué tipo?	Sección 4, pregunta 21	1	1	4	4	4	4	4	4
9	¿Cuentan con uso de agua tratada para algún área? Si es afirmativa, mencionar y en que proporción se utiliza.	Sección 4, pregunta 22	1	1	4	4	4	4	4	4
10	¿El agua es parte de la materia prima del producto?	Sección 4, pregunta 23	1	1	4	4	4	4	4	4
11	¿A que normas se apegan para su cumplimiento en relación a sus descargas y reuso?	Sección 4, pregunta 24	1	1	4	4	4	4	4	4
12	¿Cuentan con un programa de monitoreo de calidad del agua? Si así es ¿Qué parámetros se analizan?	Sección 4, pregunta 25	1	1	4	4	4	4	4	4
13	¿En cuantos de sus procesos interviene el agua? Y cuáles son?	Nueva pregunta	4	4	4	4	4	4	4	4
14	De estos procesos, ¿En cuantos tienen medidor de flujo en la entrada y salida?	Nueva pregunta	4	4	4	4	4	4	4	4
15	¿Se realizan análisis de la calidad del agua? De ser así ¿En qué puntos del proceso?	Nueva pregunta	4	4	4	4	4	4	4	4
16	¿Con que frecuencia se analiza la calidad del agua? De ser así, ¿Se realiza con un laboratorio certificado?	Sección 4, pregunta 26	1	1	4	4	4	4	4	4

A6. Encuesta Versión Final

Número	Pregunta
1	Departamento
2	Tiempo ejerciendo (años)
3	Ramo
4	Cantidad de empleados
5	Antigüedad en la ciudad (años)
6	¿Cuánto es su consumo promedio mensual de agua (m³)?
7	¿Cuánto es su producción promedio mensual (litros, piezas, unidades, kg, MWh)?
8	¿Cuál fue su producción y consumo de agua, el mes anterior de realizada la encuesta y unidades de cada valor?
9	¿Qué indicadores utiliza su empresa actualmente para medir el desempeño sustentable en el uso del agua?
10	¿Cuál de las tres dimensiones sustentables (económica, ambiental y social) tiene mayor prioridad en su organización?
11	¿Tiene certificaciones ambientales su organización? ¿cuáles?
12	¿A su fuente inicial de agua, se le da un tratamiento? Si es afirmativo, ¿es antes o después de almacenarla?
13	¿Cuentan con planta de tratamiento de aguas residuales? De ser así ¿De qué tipo?

14	¿Cuentan con uso de agua tratada para algún área? Si es afirmativa, mencionar y en qué proporción se utiliza.
15	¿El agua es parte de la materia prima del producto?
16	¿A qué normas se apegan para su cumplimiento en relación a sus descargas y reusó?
17	¿Cuentan con un programa de monitoreo de calidad del agua? Si así es ¿Qué parámetros se analizan?
18	¿En cuántos de sus procesos interviene el agua? ¿Y cuáles son?
19	De estos procesos, ¿En cuántos tienen medidor de flujo en la entrada y salida?
20	¿Se realizan análisis de la calidad del agua? De ser así ¿En qué puntos del proceso?
21	¿Con que frecuencia se analiza la calidad del agua? De ser así, ¿Se realiza con un laboratorio certificado?

A7. Encuestas aplicadas (Primera parte)

Pregunta	Encuesta									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Mantenimiento a edificios	Ingeniería de planta	Seguridad e	Mantenimiento	Facilities	Recursos	Proyectos	Seguridad e	Proyectos	Seguridad e
1			Higiene			humanos		Higiene		higiene
2	4	más de 10 años	más de 10 años	5 años	más de 10 años	entre 1 a 5 años	entre 5 y 10 años	14 años	19 años	entre 5 y 10 años
3	Otro	Electrónica	metalmecánica	Alimentos	Electrónica	Otro	vidrio	otro	otro	Electrónica
4	986	400	509	212	5000	114	1200	270	120	250
5	18	35	12	10	50	20	32	34	19	32
6	1,823 m3	408	2,294	1861	37,0	375.	644	50	6000	1028
7	566,000 piezas	Solo se produce de osmosis y desionizada	806,280 piezas	5600 ton de trigo	481,887,667 unidades	No proporcionado	33864 ton	18000000 unidades	420,000,000	1130618
	1,890 m3 / 575,000 piezas	407 metros cúbicos	798,836 piezas; 2,013 M3	2107 m³ de agua, 6848.52 ton de trigo	398,844,523/307 18m³	No proporcionado	Producción: 32,355; Consumo:22,710 M3	48 m3/ 17900000	420 millones /7500 m3	1.2millones/1027
	Water usage(m3) / Value-added (million EUR)	Metros cúbicos al mes	Consumo mensual de agua	Ton de trigo acondicionada s/m³	Galones/1000 Normalized Assy Outs		M3 de Agua/Ton de Vidrio Fundido		monitoreo mensual grafica	monitoreo mensual
10	Ambiental	Las tres	Ambiental	Ambiental, social y económica	1.- Económica; 2.-		Las 3	económico	ambiental	ambiental
11	Gestión ISO 14001:2015	Certificado de uso eficiente del agua de la CESP	ISO 14001	NO	ISO14000/ RBA	no	14001:2015	no	ISO 1400	ISO 14001
12	Si, Después	Si, después de utilizarlo	Negativo	Si, después de almacenada. El agua se suaviza antes de almacenarse en las cisternas, al Ingresar a proceso se realiza un proceso de cloración con hipoclorito al 12%			Si, Después		Operación inversa	si, no se almacena
13	No	sí, del tipo floculación	Proceso de tratamiento fisicoquímico	No	No	no	Si, tipo biológico de digestión aeróbica con lodos activados y aireación extendida	no	no	no
14	No	sí (para sanitarios)	Negativo	Al agua del proceso de adición hipoclorito al 12% menor a 80 ppm con el objetivo de reducir la carga microbiana.	Si, para torres de enfriamiento y producción de agua RO	no	No	no	Procesos y servicios	no
15	No	no	Afirmativo, se usa para el proceso de pintura	Si	Si	no	No	no	no	no

A8. Encuestas aplicadas (Segunda parte)

Pregunta	Encuesta									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	NOM-001-SEMARNAT-1996, NOM-002 SEMARNAT-1996, Ley de Protección al Ambiente para el Estado de Baja	nom 002 semarnat 1996	NOM-001-SEMARNAT -1996 y NOM-	NOM 127 (análisis anual)	NOM-002 SEMARNAT	NOM-001-SEMARNAT -1996 y NOM-002-	NOM-001-SEMARNAT -1996	Solo se cumple con permiso de descarga antes Cespm	legislativas	Solo se cumple con permiso de descarga antes Cespm
17	Para el agua potable se revisan coliformes totales y mesofílicos aerobios. para descarga de agua se revisa temperatura, pH, sólidos sedimentables, grasas y aceites, arsénico total, cadmio total, cianuro	ya no porque se reusa	Afirmativo. Los parámetros establecidos en la NOM-002-	Si, se monitorea la dureza, cloro libre o residual, pH	Parámetros de cobre, cadmio, DDO, etc.	no	Si, los que marca la norma	no	si	no
	Ninguno	3 (lavado de componentes)	Procesos de pintura (Ecoat & Powder)	Únicamente en el sistema de limpia	3, Sawing, backgrinder y Singulad	proceso de producción maquinaria, torres de enfriamiento	procesos de enfriamiento o de equipos	solo en torre de enfriamiento	enfriamiento de moldes y equipo de servicios	Enfriamiento de maquinado de partes
19	Entrada y salida de PTAR	Salida de equipos y entrada y salida de PTAR	Solo a la salida de Ecoat y entrada y salida de PTAR	Solo se cuenta con sensores de flujo en las tareas del sistema de limpia. El objetivo es incrementar la humedad en el trigo por lo que no hay	Salida de equipos	Salida de equipos	Entrada principal, entrada y salida de PTAR	en torre de enfriamiento	entrada principal y torres de enfriamiento	enfriamiento de maquinado
20	N/A	sí, en la entrada y salida de la caldera	Solo en la descarga	Si, se realiza a la salida de las cisternas y en los puntos de dosificación de	Si, en el punto de uso.	sí, en la descarga	Si, en el proceso de Tratamiento en Frio	No se da entrada directa al	circuitos cerrados y abiertos de torres de	no
21	Agua potable: Cada mes, Descarga de agua: Anual, Laboratorio Analítica	Cada semana en un proceso y otro de manera diaria.	2 veces al año con un	El monitoreo se realiza con frecuencia diaria y	Cada 3 meses,	Anual, si	Si, se realiza cada 3 meses	ninguna	Monitoreo diario y análisis mensual	ninguna

A9. Encuestas aplicadas (Tercera parte)

Pregunta	Encuesta									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Calidad	Ingeniería de planta	seguridad e	Seguridad e higiene	Seguridad e	Mantenimien to	Seguridad e	Jefa de calidad	Ecología	mantenimien to
2	entre 5 y	más de 10 años	más de 10	entre 5 y 10 años	entre 1 a 5	entre 5 y 10	entre 5 y 10	más de 10 años	entre 5 y 10 años	más de 10
3	otro	vidrio	vidrio	rastró	plástico	metalmecháni	rastró	Bebidas	Bebidas	Plástico
4	85	322	279	1400	1000	71	1650	120	690	250
5	45	27	21	30	36	25	39	25	29	48
6	65	9,500	439	15,532.42	1,001.	126	10,1	18893	26990	234.4
7	1277000 l	9500000 kg	70565 kg	22,916 cabezas	167,787 kg	2,226 ton	21,816	12115600 l	17308000 l	39,600 kg
8							10300/22 mil			
		M3 de Agua/Ton de Vidrio	M3 de Agua/Ton		consumo de agua	consumo de agua	consumo de agua	consumo de agua por	consumo de agua por	
10	ambiental	ambiental	ambiental	ambiental	ambiental	ambiental	ambiental	ambiental	ambiental	ambiental
11	ESR	ninguna	ninguna	iso 14001	iso 14001	ninguna	iso 14001	iso 14001	iso 14001	ninguna
12	no	sí, no se almacena	sí, no se	no	no	sí, no se		Si, se almacena		no
13	no	sí, biológica, lodos	sí, biológica,	no	no	no	no	sí, biológica, lodos	sí, biológica, lodos	no
14	no	no	no	no	no	no	no	Si, se filtra para todos los	Si, se filtra para todos los	no
15	si	si	si	no	no	no	si	si	si	no
	Solo se cumple con permis	NOM-001-SEMARNAT-1996	NOM-001-SEMARNA	solo se da seguimiento con el cumplimiento de CONAGUA	solo se da seguimient o con el	Solo se cumple con	solo se da seguimient o con el	Solo se cumple con permiso	Solo se cumple con permiso	Solo se cumple con
17	no	no	no	no	no	no	no	sí, los que la norma	sí, los que la norma aplica	no
	mez clado de prod	materia prima premezclada y enfriamiento de producto	materia prima premezcla	Torre de enfriamiento y limpieza	torre de enfriamiento	torre de enfriamiento	Torre de enfriamiento y limpieza	Filtros, calderas, osmosis inversa,	Filtros, calderas, osmosis inversa,	Torre de enfriamiento
19		en salida de equipos y entrada y salida de PTAR	Salida de Torre de enfriamiento y	Torre de enfriamiento y limpieza	torre de enfriamiento	torre de enfriamiento	Torre de enfriamiento y limpieza	Entrada y salida Caldera, torre de enfriamiento, llenadoras y entrada y salida de	En las salidas de los procesos y entrada y salida de	entrada principal, entrada y salida de torre de
20		sí, en el enfriamiento	sí, en el		sí, en el	sí, en el	no	Agua tratada	Agua tratada	no
21	ninguna	Se realiza cada 3 meses	se realiza cada 3 meses	se realiza cada 3 meses	se realiza cada 3 meses	se realiza cada 3 meses	no	Diario, cada 3 meses se coteja con laboratorio certificado	Diario, cada 3 meses se coteja con laboratorio certificado	no

A10. Encuestas aplicadas (Cuarta parte)

Pregunta	Encuesta									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	Seguridad e						seguridad e			Jefe de seguridad
2	entre 5 y 10	entre 1 a 5 años	entre 1 a 5	entre 5 y 10 años	más de 10	entre 5 y 10	entre 5 y 10	más de 10 años	entre 5 y 10 años	entre 5 y 10
3	Automotriz	Automotriz	Plástico	electrónica	electrónica	Plástico	electrónica	Plástico	Automotriz	electrónica
4	2500	900	53	502	367	160	800	950	2590	1200
5	61	33	38	16	50	20	18	23	23	19
6	16,	1500	1,001.7	1100	1,3	150	1,240	800.8	1,028	1,6
		15,000,000			780,000					
	1203 unidades/	14,500,000 unidades / 1450	165,000 kg/ 980		741,000 piezas/	234,902 kg/	66,437 piezas/			476,375 piezas /
9	consumo de	consumo de agua	consumo de	consumo de agua	ninguno	consumo de	ninguno	consumo de agua	ninguno	ninguno
10	ambiental	ambiental	ambiental	ambiental	ambiental	ambiental	ambiental	ambiental	ambiental	ambiental
11	iso 14001	iso 14001	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna	iso 14001	ninguna	iso 14001	iso 14000
	sí, antes se	sí, antes de torres de								
13	sí, lodos	no	no	no	no	no	no	no	no	sí, biológica
							sí, limpieza de			
15	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
	NOM-001-SEMARNAT-1996	Solo las requeridas por CESPМ	Solo se cumple con permiso de descarga	Solo se cumple con lo requerido por CESPМ	Solo se cumple con lo requerido por CESPМ	Solo se cumple con permiso de descarga	Solo se cumple con lo requerido por CESPМ	Solo se cumple con permiso de descarga antes Cespm	Solo se cumple con lo requerido por CESPМ	Solo se cumple con lo requerido por CESPМ
17	sí, de acuerdo a	Si, solo los requeridos	no	no	no	no	no	no	no	no
	Osmosis, torre de enfriamie	Torres de enfriamiento	Torre de enfriamie	Suavizadores	torre de enfriamie	Torre de enfriamie	Suavizadores,	Torre de enfriamiento	torre de enfriamiento	PTAR, torres de enfriamiento
	osmosis y torres de enfriamiento, entrada y salida de	entrada principal, entrada y salida de entrada y salida de PTAR	entrada principal, entrada y salida de torre de	entrada principal, entrada y salida de suavizadores	entrada principal, entrada y salida de torre de	entrada principal, entrada y salida de torre de	entrada principal, entrada y	entrada principal, entrada y salida de torre de	entrada principal, entrada y salida de torre de enfriamiento	entrada principal, entrada y salida de
20	sí, en la	no	no	no	no	no	no	no	no	no
21	Si, cada 6	no	no	no	No	no	no	no	no	no

A11. Encuestas aplicadas (Quinta parte)

Pregunta	Encuesta								
	31	32	33	34	35	36	37	38	39
1	Gerente de QA	Jefe de seguridad e higiene	mantenimiento	mantenimiento	Jefe de tratamiento de aguas residuales	mantenimiento	Seguridad e Higiene	Seguridad e Higiene	Seguridad e Higiene
2	entre 1 a 5 años	entre 1 a 5 años	entre 5 y 10 años	entre 1 a 5 años	entre 1 a 5 años	entre 5 y 10 años	entre 1 a 5 años	entre 1 a 5 años	entre 1 a 5 años
3	electrónica	electrónica	Plástico	electrónica	alimentos	Plástico	Alimentos	Alimentos	Bebidas
4	500	190	150	1700	350	1000	800	1050	600
5	14	13	22	17	33	26	48	13	17
6	1,122	640.64	1051.84	350	4250	1041	40000	1200	29689
7	45,000 unidades	20000 piezas	176185 kg	32962 piezas	952 toneladas	1744 kg	3,007,035.14kg	2,004,012 kg	19,038,800 l
8	43200 piezas/ 1,077 m3	21000 piezas/ 680 m3	158,566kg/ 950 m3	29,666 piezas/ 29,665.8 m3	933 ton / 4165 m3	1450 kg/ 864 m3	3,608,442.17 kg / 48,000 m3	2,404,814 kg / 1440 m3	19,990,740 l / 31,173 m3
9	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna	Consumo de agua	consumo de agua	consumo de agua
10	ambiental	ambiental	ambiental	ambiental	ambiental	ambiental	ambiental	ambiental	ambiental
11	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna	iso 14001	ninguna	Iso 14001	iso 14001	iso 14001
12	no	no	no	no	sí, no se almacena	no	Si, se almacena	sí, no se almacena	sí se da tratamiento, no se almacena
13	sí, precipitación	no	no	no	sí, de naturaleza físico química, coagulación – floculación y una decantación.	no	sí, lodos activados	sí, lodos activados	sí, lodos activados
14	no	no	no	no	saneamiento de producto y desinfección	no	sí, para uso de productos	sí, en todo el producto se purifica	sí, en todo el producto se purifica
15	no	no	no	no	no	no	si	si	si
16	Solo se cumple con permiso de descarga antes Cespm	Solo se cumple con permiso de descarga antes Cespm	Solo se cumple con permiso de descarga antes Cespm	Solo se cumple con permiso de descarga antes Cespm	Solo se cumple con permiso de descarga antes Cespm	Solo se cumple con permiso de descarga antes Cespm	Solo se cumple con permiso de descarga antes Cespm	Solo se cumple con permiso de descarga antes Cespm	Solo se cumple con permiso de descarga antes Cespm
17	no	no	no	no	no	no	Si, en cumplimiento con la norma aplicable	Si, en cumplimiento con la norma aplicable	Si, en cumplimiento con la norma aplicable
18	Torre de enfriamiento	Torre de enfriamiento, suavizadores, lavado	Torre de enfriamiento	torre de enfriamiento, anodizado	Lavado de producto, torre de enfriamiento, suavizadores, filtración y calderas	Torre de enfriamiento	Calderas, torre de enfriamiento, filtración, suavizadores, osmosis y preparación de producto.	Calderas, torre de enfriamiento, filtración, suavizadores y preparación de producto.	Calderas, torre de enfriamiento, filtración, suavizadores y preparación de helado y naranjada
19	entrada principal, entrada y salida de torre de enfriamiento y de PTAR	entrada principal, entrada y salida de equipos	entrada principal, entrada y salida de torre de enfriamiento	entrada principal, entrada y salida de equipo	entrada principal, entrada y salida de equipos y entrada y salida de PTAR	entrada principal, entrada y salida de equipo	En osmosis, torre de enfriamiento y en los otros en la entrada y salida	entrada principal, entrada y salida de equipos incluyendo PTAR	entrada principal, entrada y salida de equipos incluyendo PTAR
20	No	no	no	no	no	No	sí, en el proceso de purificación	sí, en el proceso de purificación	sí, en el proceso de purificación
21	No	no	no	no	no	no	sí, cada 3 meses	sí, cada 3 meses	sí, cada 3 meses

A12. Encuestas aplicadas (Sexta parte)

Pregunta	Encuesta				
	40	41	42	43	44
Empresa	Fábrica de papel San Francisco	Bio Pappel	Gulfstream	LMI Aerospace	Oh sung
1	Seguridad e Higiene	Seguridad e Higiene	Seguridad e Higiene	Seguridad e Higiene	Seguridad e Higiene
2	entre 5 y 10 años	entre 1 a 5 años	entre 5 y 10 años	entre 5 y 10 años	entre 1 a 5 años
3	Empaque	Empaque	Aeroespacial	Aeroespacial	Plástico
4	1650	180	2200	300	300
5	40	37	34	14	6
6	101,177	194,571.15	4636.83	575	912.60
7	468,000 kg	9,000,000 Kg	172005 piezas	45000 piezas	780,000 piezas
8	103,250m3/495000kg	9,900,000 kg / 223,756.83 m3	180605 piezas/ 5,100.5 m3	48,600 piezas / 633 m3	790,000 piezas/908.5m3
9	consumo de agua	consumo de agua	consumo de agua	consumo de agua	ninguno
10	ambiental	ambiental	ambiental	ambiental	ambiental
11	Green Seal, industria limpia	iso 14001	iso 14001	iso 14001	ninguna
12	no	no	sí, no se almacena	sí, no se almacena	no
13	Si, lodos	Si, lodos	sí, proceso físico	sí, proceso físico	no
14	no	no	sí, producción	sí, producción	no
15	Si, para preparación	Si, para preparación	no	no	no
16	Si, en cumplimiento con la norma aplicable	Si, en cumplimiento con la norma aplicable	Si, en cumplimiento con la norma aplicable	Si, en cumplimiento con la norma aplicable	solo se da seguimiento con el cumplimiento de CONAGUA
17	Si, en cumplimiento con la norma aplicable	Si, en cumplimiento con la norma aplicable	Si, en cumplimiento con la norma aplicable	Si, en cumplimiento con la norma aplicable	no
18	Calderas, filtración, preparación de producto	Calderas, filtración, preparación de producto	Filtración, Torres de enfriamiento	Filtración, Torres de enfriamiento	En área de procesos
19	entrada principal, entrada y salida de equipos incluyendo PTAR	entrada principal, entrada y salida de equipos incluyendo PTAR	entrada principal, entrada y salida de equipos incluyendo PTAR	entrada principal, entrada y salida de equipos incluyendo PTAR	entrada principal, entrada y salida de equipos
20	sí, en el proceso de purificación	sí, en el proceso de purificación	sí, en PTAR	sí, en PTAR	no
21	Anual	Anual	sí, cada 6 meses	sí, cada 6 meses	No

A13. Índice de Desarrollo Sustentable del Agua en el ramo de bebidas.

Ramo	Bebidas											
	Mediana				Grande				Grande			
Tamaño	Empresa 1				Empresa 2				Empresa 3			
Indicador	Valor				Valor				Valor			
	Puntual		Porcentaje		Puntual		Porcentaje		Puntual		Porcentaje	
1	0.11	11.3	0.97	96.78	0.72	71.64						
2	0.11	11.28	0.96	96.42	0.73	72.64						
3	0.78	78.06	0.01	1.09	0.92	91.69						
4	0.75	75	1	100	0.5	50						
5	0.2	20.22	0.99	98.79	0.52	52.31						
6	0.78	78.06	0.01	1.09	0.92	91.69						
7	0.78	78.06	0.01	1.09	0.92	91.69						
8	0.11	11	0.97	97	0.7	70						
9	0.22	21.94	0.99	98.91	0.53	52.69						
10	0.08	7.69	0	0	0.72	71.64						
11	0.74	74.38	0	0	0.53	53.42						
12	0.11	11.38	0.97	97.12	0.7	69.9						
13	0.11	11.38	0.97	97.12	0.7	69.9						
14	0.78	78.06	0.01	1.09	0.47	47.31						
15	0.44	43.96	0.96	96.42	0.73	72.64						
16	0.72	71.72	0.97	97.12	0.76	76.32						
17	0.1	10.26	0.97	96.78	0.97	96.78						
18	0.17	17.12	0.97	96.71	0.89	88.63						
19	0	0	0.91	90.72	0.66	66.45						
20	0	0	0.92	91.67	0.5	50						
21	0.2	20	0.71	71.43	0.09	8.57						
22	0.56	56.25	0.6	60	0.27	27.27						
23	0.11	11.3	0.97	96.78	0.72	71.64						
	Indicadores generales				Indicadores generales				Indicadores generales			
	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)
Valor puntual	1.05	0.36	0.49	0.19	1.19	1.01	0.85	0.90	1.57	1.01	0.84	0.49
Calificación (0-100)	50	23	44	17	56	65	78	82	75	65	76	45
24	IDSA				IDSA				IDSA			
	Valor puntual				3.96				3.91			
	Calificación (0-100)				68				67			

A14. Índice de Desarrollo Sustentable del Agua en el ramo de alimentos.

Ramo	Alimentos																
Tamaño	Mediana				Grande				Grande				Grande				
Indicador	Empresa 1				Empresa 2				Empresa 3				Empresa 4				
	Valor		Valor		Valor		Valor		Valor		Valor		Valor				
	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje			
1	0.53	53.16	0.46	45.95	0.8	80	0.8	80									
2	0.56	55.56	0.33	33.11	0.81	81.48	0.81	81.48									
3	0.76	75.9	0.33	33.33	0.2	20	0.2	20									
4	0.58	58.33	0.4	40	0.92	91.67	0.78	77.78									
5	0.14	14.23	0.75	75.21	0.85	84.54	0.79	79.4									
6	0.12	12.03	0.75	75.39	0.85	84.73	0.92	92.24									
7	0.76	75.9	0.33	33.33	0.96	96	0.98	98									
8	0.1	10	0.31	31	0.79	79	0.79	79									
9	0.59	59.05	0.22	22.31	0.64	64	0.64	64									
10	0.59	59.05	0	0	0.82	82.15	0	0									
11	0.6	60.18	0	0	0	0.001	0	0									
12	0.53	53.16	0.46	45.95	0.8	80	0.79	78.87									
13	0.53	53.16	0.46	45.95	0.8	80	0.79	78.87									
14	0.72	72.18	0.22	22	0.67	66.64	0.84	84									
15	0.53	53.39	0.17	17.32	0.74	73.67	0.74	73.68									
16	0.83	82.83	0.79	79.32	0.76	76.22	0.82	82.35									
17	0.15	15.07	0.46	45.95	0.71	71.38	0.8	80									
18	0.23	22.7	0.41	40.79	0.71	71.4	0.79	79.06									
19	0.13	12.99	0.37	37.5	0.83	82.59	0.67	66.67									
20	0.13	12.99	0.64	64.29	0.91	91.26	0.67	66.67									
21	0.17	16.67	0.25	25	0.85	85	0.5	50									
22	0.53	52.83	0.42	42.31	0.95	94.74	0.25	25									
23	0.53	53.16	0.46	45.95	0.8	80	0.8	80									
	Indicadores generales				Indicadores generales				Indicadores generales				Indicadores generales				
	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	
Valor puntual	1.04	0.76	0.54	0.33	1.01	0.38	0.45	0.47	1.62	1.00	0.79	0.95	1.58	0.78	0.88	0.64	
Calificación (0-100)	49	49	49	30	48	24	41	43	77	64	72	87	75	50	80	58	
24	IDSA				IDSA				IDSA				IDSA				
	Valor puntual	2.67				2.30				4.36				3.88			
	Calificación (0-100)	46				39				74				66			

A15. Índice de Desarrollo Sustentable del Agua en el ramo de electrónica (parte 1).

Ramo	Electrónica																			
Tamaño	Grande				Grande				Grande				Grande				Grande			
Indicador	Empresa 1				Empresa 2				Empresa 3				Empresa 4				Empresa 5			
	Valor		Valor		Valor		Valor		Valor		Valor		Valor		Valor		Valor			
	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje		
1	0.67	66.67	0.63	63.05	0.48	48.45	0.4	40.12	0.38	38										
2	0.62	62.39	0.74	74.42	0.9	89.76	0.86	85.73	0.89	88.98										
3	0.5	50	0.93	92.86	0.97	97.06	0.97	97.06	0.97	97.06										
4	0	0	1	100	0	0	0	0	0.5	50										
5	0.78	77.66	0.96	95.54	0.53	53.37	0.58	58.44	0.02	1.83										
6	0.16	16.24	1	99.72	0.51	50.8	0.47	46.51	0.98	98.11										
7	0.5	50	0.93	92.86	0.97	97.06	0.97	97.06	0.97	97.06										
8	0.69	69	0.42	41.8	0.98	97.88	0.94	94.36	0.97	97.41										
9	0.8	79.59	0.84	83.73	0.92	91.87	0.56	55.98	0.56	55.98										
10	0	0	0.63	63.05	0	0	0	0	0	0										
11	0	0	0.9	90.35	0	0	0	0	0	0										
12	0.67	66.67	0.95	95.34	0.54	53.84	0.45	44.69	0.45	45.1										
13	0.67	66.67	0.95	95.34	0.54	53.84	0.45	44.69	0.45	45.1										
14	0.77	77.46	0.84	84.32	0.37	37.06	0.39	38.88	0.39	38.9										
15	0.91	90.91	0.56	55.81	0.43	42.69	0.24	24.27	0.38	38.31										
16	0.75	75	0.55	55	0.69	69.47	0.69	69.47	0.02	1.92										
17	0.67	66.67	0.63	63.05	0.48	48.45	0.4	40.12	0.38	38										
18	0.7	70.25	0.62	62.34	0.47	46.62	0.36	36.29	0.26	25.66										
19	0.5	50	0.49	49.32	0.87	86.66	0.94	93.85	0.2	19.6										
20	0.5	50	0.99	98.86	0.54	54.34	0.59	59.15	0.17	16.67										
21	0.2	20	0.67	66.67	0.25	25	0.17	16.67	0.33	33.33										
22	0.25	25	0.94	94.44	0.25	25	0.5	50	0.25	25										
23	0.67	66.67	0.63	63.05	0.48	48.45	0.4	40.12	0.38	38										
	Indicadores generales				Indicadores generales				Indicadores generales				Indicadores generales				Indicadores generales			
	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)
Valor puntual	0.97	0.74	0.84	0.47	1.86	1.22	0.70	0.82	1.31	0.77	0.54	0.53	1.28	0.62	0.46	0.57	1.41	0.63	0.31	0.29
Calificación (0-100)	46	47	76	42	88	78	64	74	62	50	49	48	61	40	42	52	67	41	29	27
24	IDSA				IDSA				IDSA				IDSA				IDSA			
	3.01				4.60				3.15				2.93				2.65			
	51				78				54				50				45			

A16. Índice de Desarrollo Sustentable del Agua en el ramo de electrónica (parte 2).

Ramo	Electrónica																			
Tamaño	Grande				Grande				Grande				Mediana				Mediana			
Indicador	Empresa 6				Empresa 7				Empresa 8				Empresa 9				Empresa 10			
	Valor		Valor		Valor		Valor		Valor		Valor		Valor		Valor		Valor		Valor	
	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje
1	0.59	58.97	0.42	41.67	0.47	47.37	0.57	56.67	0.2	20										
2	0.9	89.53	0.88	88.16	0.88	87.73	0.88	87.85	0.91	91.26										
3	0.97	97.06	0.97	97.06	0.97	97.06	0.97	97.06	0.93	92.86										
4	1	100	1	100	1	100	1	100	0	0										
5	0.01	1.47	0.005	0.5	0.01	0.81	0.75	75.08	0.2	20										
6	0.99	98.51	0.99	99.49	0.99	99.05	0.24	24.14	0.8	79.92										
7	0.97	97.06	0.97	97.06	0.97	97.06	0.97	97.06	0.93	92.86										
8	0.97	97.35	0.97	96.62	0.96	96.03	0.96	95.66	0.94	93.77										
9	0.56	55.98	0.56	55.98	0.56	55.98	0.56	55.98	0.84	83.73										
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
12	0.62	62.18	0.47	47.32	0.52	51.68	0.6	59.52	0.75	75.07										
13	0.62	62.18	0.47	47.32	0.52	51.68	0.6	59.52	0.75	75.07										
14	0.38	37.8	0.38	37.74	0.38	38	0.34	33.85	0.36	36.1										
15	0.45	44.87	0.32	32.47	0.33	32.53	0.32	32.06	0.43	43.1										
16	0.29	29.02	0.14	14.23	0.7	70.36	0.78	78.03	0.75	75										
17	0.59	58.97	0.42	41.67	0.47	47.37	0.57	56.67	0.2	20										
18	0.54	54.25	0.3	30.19	0.48	48.05	0.57	56.71	0.45	44.84										
19	0.23	23.24	0.32	31.8	0.29	28.55	0.2	20.14	0.17	16.67										
20	0.17	16.67	0.29	28.57	0.3	29.76	0.17	16.67	0.17	16.67										
21	0.38	37.5	0.2	20	0.6	60	0.2	20	0.13	12.5										
22	0.4	40	0.14	14.29	0.79	78.57	0.14	14.29	0.36	36.36										
23	0.59	58.97	0.42	41.67	0.47	47.37	0.57	56.67	0.2	20										
	Indicadores generales				Indicadores generales				Indicadores generales				Indicadores generales				Indicadores generales			
	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)
Valor puntual	1.63	0.72	0.50	0.39	1.57	0.64	0.34	0.30	1.59	0.67	0.52	0.54	1.61	0.71	0.57	0.28	1.19	0.85	0.48	0.23
Calificación (0-100)	78	46	45	35	75	41	31	27	76	43	47	49	77	45	52	26	57	55	44	21
24	IDSA				IDSA				IDSA				IDSA				IDSA			
	Valor puntual				2.86				3.31				3.17				2.75			
	Calificación (0-100)				49				56				54				47			

A17. Índice de Desarrollo Sustentable del Agua en el ramo de vidrio.

Ramo	Vidrio															
Tamaño	Grande				Grande				Grande							
Indicador	Empresa 1				Empresa 2				Empresa 3							
	Valor				Valor				Valor							
	Puntual		Porcentaje		Puntual		Porcentaje		Puntual		Porcentaje					
1	0.71	71.05	0.33	33.33	0.63	63.33										
2	0.86	85.88	0.95	95.19	0.93	92.94										
3	0.97	97.06	0.97	97.06	0.97	97.06										
4	0.5	50	1	100	0.67	66.67										
5	0.97	97.14	0.31	30.81	0.62	62.22										
6	0.02	2.37	0.69	68.89	0.37	36.61										
7	0.97	97.06	0.97	97.06	0.97	97.06										
8	0.89	88.72	0.98	98.13	1	99.67										
9	0.56	55.98	0.56	55.98	0.56	55.98										
10	0	0	0	0	0	0										
11	0	0	0	0	0	0										
12	0.72	71.86	0.6	60.26	0.68	68.13										
13	0.72	71.86	0.6	60.26	0.68	68.13										
14	0.12	11.66	0.36	36.29	0.35	34.57										
15	0.3	30.48	0.79	79.01	0.19	18.82										
16	0.65	64.53	0.99	99.02	0.07	6.82										
17	0.71	71.05	0.33	33.33	0.63	63.33										
18	0.63	62.52	0.47	46.52	0.22	22.32										
19	0.15	14.91	0.15	15.44	0.09	8.79										
20	0.42	42.31	0.63	63.45	0.18	17.82										
21	0.6	60	0.6	60	0.33	33.33										
22	0.79	78.57	0.79	78.57	0.17	16.67										
23	0.71	71.05	0.33	33.33	0.63	63.33										
	Indicadores generales				Indicadores generales				Indicadores generales							
	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)				
Valor puntual	1.50	0.75	0.53	0.59	1.57	0.71	0.65	0.55	1.55	0.76	0.32	0.31				
Calificación (0-100)	71	48	48	53	75	46	59	50	74	49	29	28				
24	IDSA				IDSA				IDSA							
	Valor puntual				3.37				3.48				2.94			
	Calificación (0-100)				57				59				50			

A18. Índice de Desarrollo Sustentable del Agua en el ramo de empaque.

Ramo	Empaque							
Tamaño	Grande				Mediana			
Indicador	Empresa 1				Empresa 2			
	Valor				Valor			
	Puntual		Porcentaje		Puntual		Porcentaje	
1	0.33		32.8		0.06		6.25	
2	0.85		85.38		0.76		75.85	
3	0.93		92.86		0.97		97.06	
4	1		100		1		100	
5	0.47		46.6		0.16		16.37	
6	0.53		53.35		0.83		82.88	
7	0.93		92.86		0.97		97.06	
8	0.98		97.94		0.86		86.38	
9	0.8		80.16		0.56		55.98	
10	0		0		0		0	
11	0		0		0		0	
12	0.5		50.19		0.12		12.1	
13	0.5		50.19		0.12		12.1	
14	0.36		36.03		0.39		39.08	
15	0.32		31.94		0.45		44.56	
16	0.86		86.19		0.52		51.52	
17	0.84		84.22		0.06		6.25	
18	0.76		76.47		0.07		6.62	
19	0.14		13.52		0.14		14.12	
20	0.42		42.31		0.99		99.26	
21	0.75		75		0.6		60	
22	0.7		70		0.79		78.57	
23	0.33		32.8		0.06		6.25	
	Indicadores generales				Indicadores generales			
	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)
Valor puntual	1.51	0.72	0.69	0.51	1.43	0.43	0.33	0.57
Calificación (0-100)	72	46	63	47	68	28	30	52
24	IDSA				IDSA			
	Valor puntual	3.44			2.75			
	Calificación (0-100)	59			47			

A19. Índice de Desarrollo Sustentable del Agua en el ramo de rastro.

Ramo		Rastro							
Tamaño		Grande				Grande			
Indicador		Empresa 1				Empresa 2			
		Valor		Porcentaje		Valor		Porcentaje	
		Puntual		Porcentaje		Puntual		Porcentaje	
1		0.25		24.94		0.45		45.28	
2		0.82		82.18		0.88		88.39	
3		0.93		92.86		0.93		92.86	
4		0.5		50		0.5		50	
5		0.23		23.32		0.29		28.66	
6		0.76		76.35		0.71		70.9	
7		0.93		92.86		0.93		92.86	
8		0.99		99.33		0.96		95.68	
9		0.8		80.16		0.8		80.16	
10		0		0		0		0	
11		0		0		0		0	
12		0.41		40.68		0.63		63.07	
13		0.41		40.68		0.63		63.07	
14		0.58		57.79		0.55		54.78	
15		0.34		34.02		0.34		33.65	
16		0.05		5.06		0.05		4.95	
17		0.25		24.88		0.45		45.33	
18		0.21		21.04		0.23		22.69	
19		0.21		21.2		0.22		21.67	
20		0.81		81.48		0.97		97.2	
21		0.58		58.33		0.8		80	
22		0.88		87.5		0.8		80	
23		0.25		24.94		0.45		45.28	
		Indicadores generales				Indicadores generales			
		Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)
Valor puntual		1.33	0.68	0.31	0.60	1.41	0.79	0.36	0.71
Calificación (0-100)		63	44	29	55	67	50	32	65
24		IDSA				IDSA			
	Valor puntual	2.92				3.26			
	Calificación (0-100)	50				56			

A20. Índice de Desarrollo Sustentable del Agua en el ramo de metalmecánica.

Ramo		metalmecánica							
Tamaño		Grande				mediana			
Indicador		Empresa 1				Empresa 2			
		Calculo				Calculo			
		Puntual		Porcentaje		Puntual		Porcentaje	
1		0.55		55.05		0.33		33.33	
2		0.83		83.21		0.92		91.7	
3		0.97		97.06		0.97		97.06	
4		1		100		1		100	
5		0.57		56.92		0.2		20.06	
6		0.38		38.16		0.8		79.94	
7		0.97		97.06		0.97		97.06	
8		0.89		89.36		1		99.55	
9		0.56		55.98		0.56		55.98	
10		0		0		0		0	
11		0		0		0		0	
12		0.57		56.88		0.45		45.45	
13		0.57		56.88		0.45		45.45	
14		0.29		29.16		0.41		40.92	
15		0.32		32.21		0.34		34.34	
16		0.9		90.15		0.08		8.41	
17		0.55		55.1		0.33		33.33	
18		0.46		45.82		0.25		24.65	
19		0.18		17.7		0.22		22.04	
20		0.89		88.8		0.84		84.27	
21		0.25		25		0.17		16.67	
22		0.14		14.29		0.2		20	
23		0.55		55.05		0.33		33.33	
		Indicadores generales				Indicadores generales			
		Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)
Valor puntual		1.58	0.67	0.55	0.44	1.56	0.64	0.31	0.39
Calificación (0-100)		75	43	50	40	74	41	28	35
24		IDSA				IDSA			
	Valor puntual	3.25				2.89			
	Calificación (0-100)	55				49			

A21. Índice de Desarrollo Sustentable del Agua en el ramo automotriz.

Ramo	automotriz															
Tamaño	Grande				Grande				Grande							
Indicador	Empresa 1				Empresa 2				Empresa 3							
	Calculo				Calculo				Calculo							
	Puntual		Porcentaje		Puntual		Porcentaje		Puntual		Porcentaje					
1	0.38	38.46	0.09	9.16	0.77	76.92										
2	0.89	88.51	0.6	60.49	0.76	76.21										
3	0.97	97.06	0.88	87.5	0.77	77.08										
4	0.5	50	0.8	80	0.33	33.33										
5	0.33	33.36	0.3	30.38	0.01	0.67										
6	0.67	66.81	0.69	69.3	0.99	99.28										
7	0.97	97.06	0.88	87.5	0.77	77.08										
8	0.97	97	0.18	18.28	0.76	76.13										
9	0.56	55.98	0.71	71.07	0.24	23.55										
10	0	0	0.36	36.36	0	0										
11	0	0	0.99	98.52	0	0										
12	0.45	45.05	0	0	0.81	80.84										
13	0.45	45.05	0	0	0.81	80.84										
14	0.38	38.12	0.36	36.35	0.32	31.63										
15	0.32	32.26	0.63	63.12	0.69	68.63										
16	0.73	73.32	0.91	91.22	0.6	60.21										
17	0.38	38.46	0.09	9.19	0.3	30.13										
18	0.36	35.77	0.18	17.8	0.5	50.21										
19	0.21	21.33	0.04	3.81	0.12	11.81										
20	0.81	81.48	0.31	31.23	0.26	26.43										
21	0.29	28.57	0.57	57.14	0.29	28.57										
22	0.08	8.33	0.92	91.67	0.08	8.33										
23	0.38	38.46	0.09	9.16	0.77	76.92										
	Indicadores generales				Indicadores generales				Indicadores generales							
	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)				
Valor puntual	1.41	0.63	0.48	0.39	1.27	0.58	0.48	0.42	1.32	0.68	0.53	0.33				
Calificación (0-100)	67	41	43	35	61	37	43	39	63	44	48	30				
24	IDSA				IDSA				IDSA							
	Valor puntual				2.91				2.76				2.87			
	Calificación (0-100)				50				47				49			

A22. Índice de Desarrollo Sustentable del Agua en el ramo aeroespacial.

Ramo		Aeroespacial							
Tamaño		Grande				Grande			
Indicador		Empresa 1				Empresa 2			
		Calculo				Calculo			
		Puntual		Porcentaje		Puntual		Porcentaje	
1		0.09		9.09		0.09		9.02	
2		0.82		81.82		0.82		81.71	
3		0.97		97.06		0.97		97.06	
4		1		100		0.67		66.67	
5		0.21		21		0.52		51.75	
6		0.78		78.22		0.48		47.77	
7		0.97		97.06		0.97		97.06	
8		0.92		91.95		0.92		91.85	
9		0.56		55.98		0.56		55.98	
10		0		0		0		0	
11		0		0		0		0	
12		0.17		17.11		0.17		16.99	
13		0.17		17.11		0.17		16.99	
14		0.4		40.09		0.38		37.51	
15		0.3		30.39		0.29		29.05	
16		0.7		69.55		0.59		58.81	
17		0.09		9.2		0.09		9.38	
18		0.14		13.74		0.26		25.97	
19		0.61		61.3		0.15		14.95	
20		0.98		97.56		0.81		81.48	
21		0.29		28.57		0.67		66.67	
22		0.57		57.14		0.29		28.57	
23		0.09		9.09		0.09		9.02	
		Indicadores generales				Indicadores generales			
		Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)
Valor puntual		1.45	0.47	0.36	0.56	1.36	0.47	0.35	0.44
Calificación (0-100)		69	30	33	51	65	30	32	40
24		IDSA				IDSA			
	Valor puntual	2.84				2.63			
	Calificación (0-100)	49				45			

A23. Índice de Desarrollo Sustentable del Agua en el ramo de otras industrias.

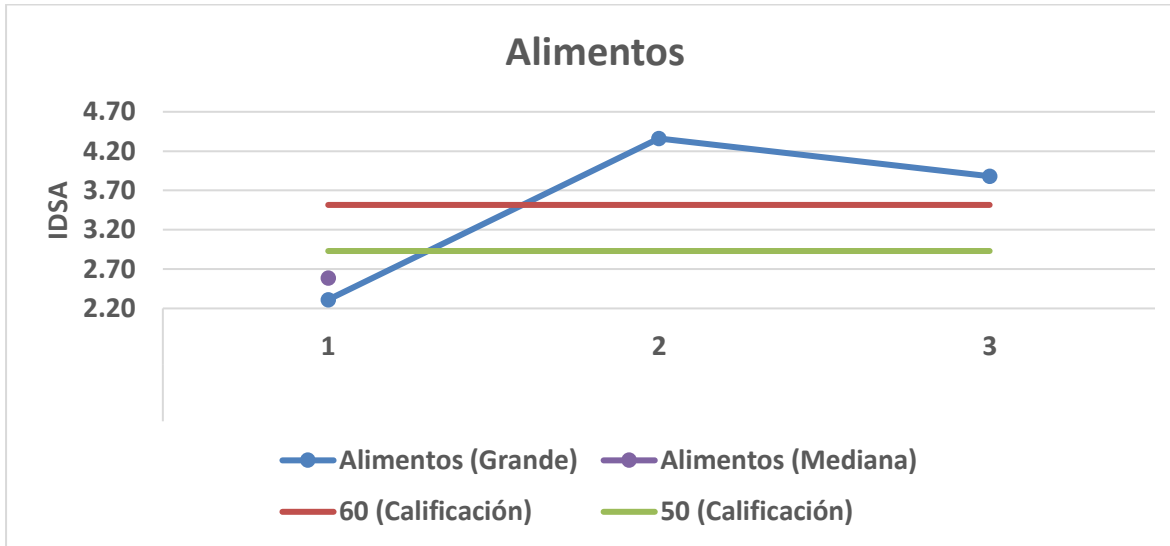
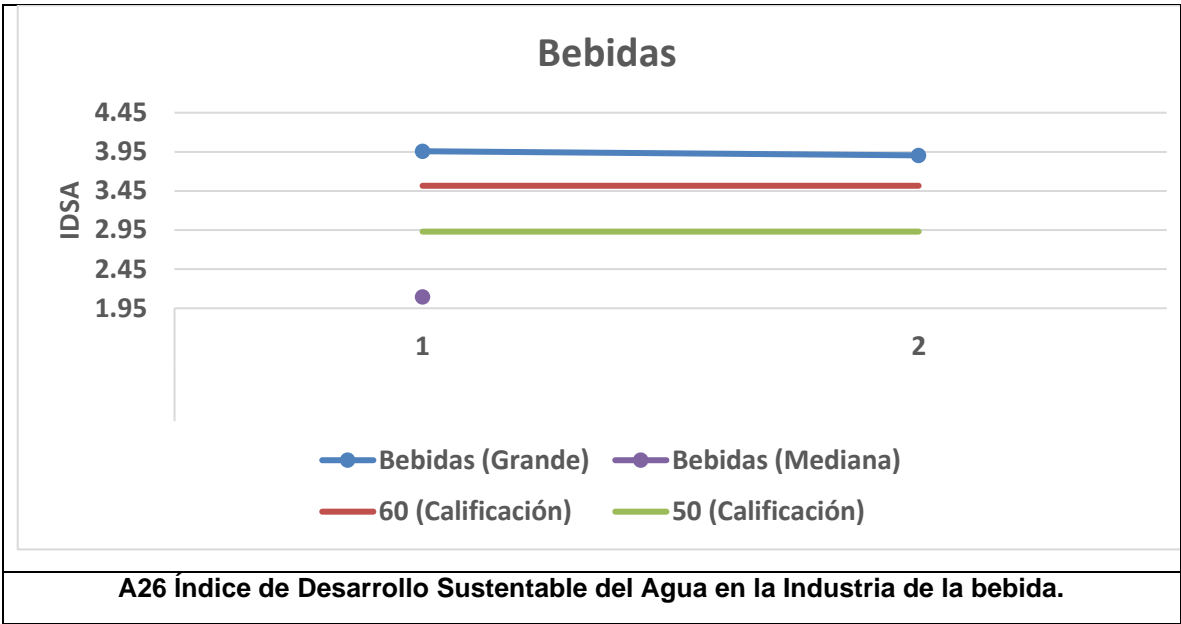
Ramo	Otras industrias																			
Tamaño	Grande				Grande				Mediana				Mediana				Mediana			
Indicador	Empresa 1				Empresa 2				Empresa 3				Empresa 4				Empresa 5			
	Calculo		Calculo		Calculo		Calculo		Calculo		Calculo		Calculo		Calculo		Calculo		Calculo	
	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje
1	0.09	9.09	0.4	40	0.09	9.09	0.04	3.85	0.09	9.09										
2	0.82	81.82	0.88	87.6	0.82	81.82	0.66	66.2	0.82	81.82										
3	0.97	97.06	0.97	97.06	0.97	97.06	0.97	97.06	0.97	97.06										
4	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100										
5	0.67	66.67	0.42	42.08	0.92	91.74	0.92	91.74	0.92	91.74										
6	0.27	26.67	0.55	55.35	0.08	8.17	0.08	8.17	0.08	8.17										
7	0.97	97.06	0.97	97.06	0.97	97.06	0.97	97.06	0.97	97.06										
8	0.92	91.95	0.96	96.16	0.92	91.95	0.75	75.23	0.92	91.95										
9	0.56	55.98	0.56	55.98	0.56	55.98	0.56	55.98	0.56	55.98										
10	0.09	9.09	0	0	0	0	0	0	0	0										
11	0.94	94.44	0	0	0	0	0	0	0	0										
12	0.17	17.11	0.46	45.61	0.17	17.11	0.54	53.63	0.14	13.64										
13	0.17	17.11	0.46	45.61	0.17	17.11	0.54	53.63	0.14	13.64										
14	0.36	35.85	0.33	33.43	0.36	35.85	0.36	35.85	0.36	35.85										
15	0.28	28.22	0.3	30.2	0.28	28.22	0.23	23.25	0.2	19.92										
16	0.53	53.32	0.69	68.8	0.53	53.32	0.31	31.36	0.53	53.32										
17	0.14	14.29	0.4	40	0.1	9.52	0.04	3.85	0.13	12.5										
18	0.29	28.62	0.33	32.67	0.21	20.62	0.08	7.89	0.28	28.48										
19	0.58	58.36	0.07	6.87	0.02	2.13	0.07	6.77	0	0										
20	0.78	78.45	0.15	14.85	0.04	3.55	0.22	21.57	0	0										
21	0.25	25	0.25	25	0.33	33.33	0.43	42.86	0.25	25										
22	0.5	50	0.5	50	0.5	50	0.4	40	0.5	50										
23	0.09	9.09	0.4	40	0.09	9.09	0.04	3.85	0.09	9.09										
	Indicadores generales				Indicadores generales				Indicadores generales				Indicadores generales				Indicadores generales			
	Productiv idad hídrica (30%)	Revitaliz ación hídrica (26%)	Econó mico (22%)	Soc ial (22 %)	Productiv idad hídrica (30%)	Revitaliz ación hídrica (26%)	Econó mico (22%)	Soc ial (22 %)	Productiv idad hídrica (30%)	Revitaliz ación hídrica (26%)	Econó mico (22%)	Soc ial (22 %)	Productiv idad hídrica (30%)	Revitaliz ación hídrica (26%)	Econó mico (22%)	Soc ial (22 %)	Productiv idad hídrica (30%)	Revitaliz ación hídrica (26%)	Econó mico (22%)	Soc ial (22 %)
Valor puntual	1.44	0.74	0.35	0.48	1.56	0.63	0.45	0.30	1.46	0.47	0.33	0.22	1.39	0.62	0.22	0.26	1.46	0.46	0.33	0.18
Calificación (0-100)	68	48	32	44	74	41	41	27	69	30	30	20	66	40	20	23	69	29	30	17
24	IDSA				IDSA				IDSA				IDSA				IDSA			
	3.01				2.94				2.47				2.49				2.43			
	51				50				42				43				41			

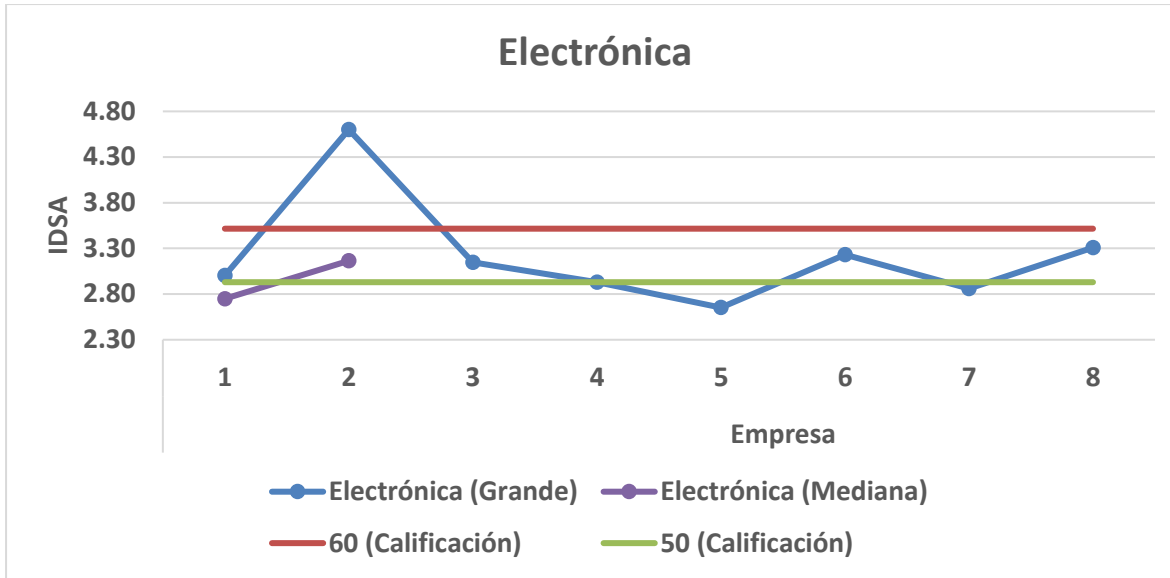
A24. Índice de Desarrollo Sustentable del Agua en el ramo plástico (parte 1).

Ramo	Plástico																			
Tamaño	Mediana				Mediana				Mediana				Mediana							
Indicador	Empresa 1				Empresa 2				Empresa 3				Empresa 4							
	Calculo		Calculo		Calculo		Calculo		Calculo		Calculo		Calculo							
	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje						
1	0.49	49.19	0.65	65.45	0.18	17.84	0.4	40.11												
2	0.83	82.91	0.92	91.89	0.82	81.97	0.83	82.55												
3	0.97	97.06	0.97	97.06	0.97	97.06	0.97	97.06												
4	1	100	1	100	1	100	1	100												
5	0.08	8.02	0.73	73.39	0.82	81.52	0	0.48												
6	0.88	87.59	0.26	26.42	0.18	18.41	0.99	99.49												
7	0.97	97.06	0.97	97.06	0.97	97.06	0.97	97.06												
8	0.9	90.08	0.99	99.42	0.92	91.74	0.91	90.82												
9	0.56	55.98	0.56	55.98	0.56	55.98	0.56	55.98												
10	0.49	49.19	0.65	65.45	0.18	17.84	0.4	40.11												
11	0.94	94.44	0.94	94.44	0.94	94.44	0.94	94.44												
12	0.52	51.58	0.69	68.81	0.24	24.37	0.44	43.5												
13	0.52	51.58	0.69	68.81	0.24	24.37	0.44	43.5												
14	0.4	40.4	0.28	27.96	0.35	35.4	0.42	42.04												
15	0.39	39.31	0.3	30.1	0.3	30.34	0.39	38.58												
16	0.67	66.67	0.59	58.78	0.14	14.24	0.69	68.97												
17	0.49	49.28	0.64	63.64	0.18	18.03	0.4	40.24												
18	0.49	48.91	0.49	49.46	0.21	20.53	0.41	40.54												
19	0	0	0	0	0	0	0	0												
20	0	0	0	0	0	0	0	0												
21	0.25	25	0.25	25	0.25	25	0.33	33.33												
22	0.25	25	0.5	50	0.5	50	0.2	20												
23	0.49	49.19	0.65	65.45	0.18	17.84	0.4	40.11												
	Indicadores generales				Indicadores generales				Indicadores generales				Indicadores generales							
	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)				
Valor puntual	1.57	1.02	0.54	0.22	1.65	1.18	0.51	0.31	1.48	0.80	0.26	0.20	1.55	0.96	0.51	0.20				
Calificación (0-100)	75	66	49	20	79	75	46	28	71	51	24	19	74	62	46	19				
24	IDSA				IDSA				IDSA				IDSA							
	Valor puntual				3.34				3.64				2.75				3.22			
	Calificación (0-100)				57				62				47				55			

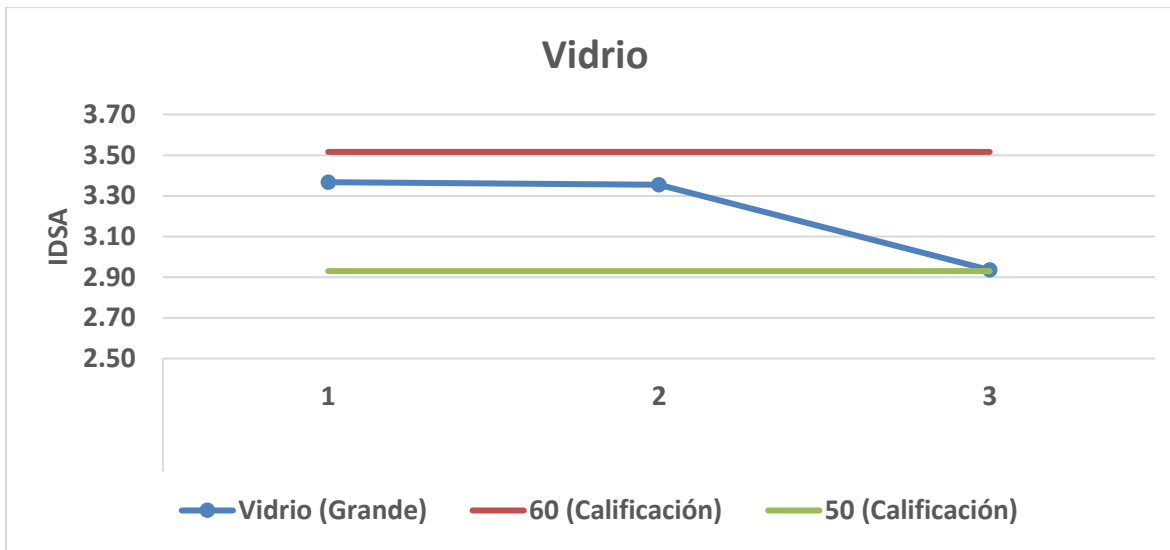
A25. Índice de Desarrollo Sustentable del Agua en el ramo plástico (parte 2).

Ramo	Plástico															
Tamaño	Grande				Grande				Grande				Grande			
Indicador	Empresa 5				Empresa 6				Empresa 7				Empresa 8			
	Calculo		Calculo		Calculo		Calculo		Calculo		Calculo		Calculo			
	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje	Puntual	Porcentaje				
1	0.5	50.28	0.09	9.09	0.63	62.97	0.29	28.57								
2	0.83	82.96	0.82	81.82	0.84	83.74	0.95	95.12								
3	0.97	97.06	0.97	97.06	0.97	97.06	0.97	97.06								
4	1	100	1	100	1	100	1	100								
5	0.99	98.94	0.33	32.5	0.91	91.32	0.46	45.55								
6	0.01	1.06	0.67	67.5	0.09	8.66	0.54	54.4								
7	0.97	97.06	0.97	97.06	0.97	97.06	0.97	97.06								
8	0.9	89.97	0.92	91.95	0.88	87.68	0.98	98.18								
9	0.56	55.98	0.56	55.98	0.56	55.98	0.56	55.98								
10	0.5	50.28	0.09	9.09	0.63	62.97	0.29	28.57								
11	0.94	94.44	0.94	94.44	0.94	94.44	0.94	94.44								
12	0.53	52.56	0.17	17.11	0.64	64.15	0.58	57.94								
13	0.53	52.56	0.17	17.11	0.64	64.15	0.58	57.94								
14	0.36	35.75	0.36	35.85	0.36	35.64	0.36	35.87								
15	0.36	35.97	0.29	28.99	0.4	39.9	0.35	35.35								
16	0.5	50	0.53	53.32	0.63	62.55	0.33	33.33								
17	0.5	50.31	0.09	9.09	0.63	62.99	0.29	28.57								
18	0.48	47.91	0.16	15.85	0.6	59.63	0.35	34.67								
19	0	0	0	0	0	0	0	0								
20	0	0	0	0	0	0	0	0								
21	0.25	25	0.25	25	0.25	25	0.33	33.33								
22	0.25	25	0.2	20	0.25	25	0.33	33.33								
23	0.5	50.28	0.09	9.09	0.63	62.97	0.29	28.57								
	Indicadores generales				Indicadores generales				Indicadores generales				Indicadores generales			
	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)
Valor puntual	1.58	1.03	0.48	0.22	1.46	0.74	0.31	0.12	1.62	1.12	0.58	0.25	1.55	1.02	0.37	0.21
Calificación (0-100)	75	66	44	20	69	48	29	11	77	72	52	23	74	66	34	19
24	IDSA				IDSA				IDSA				IDSA			
	3.31				2.63				3.56				3.15			
	57				45				61				54			

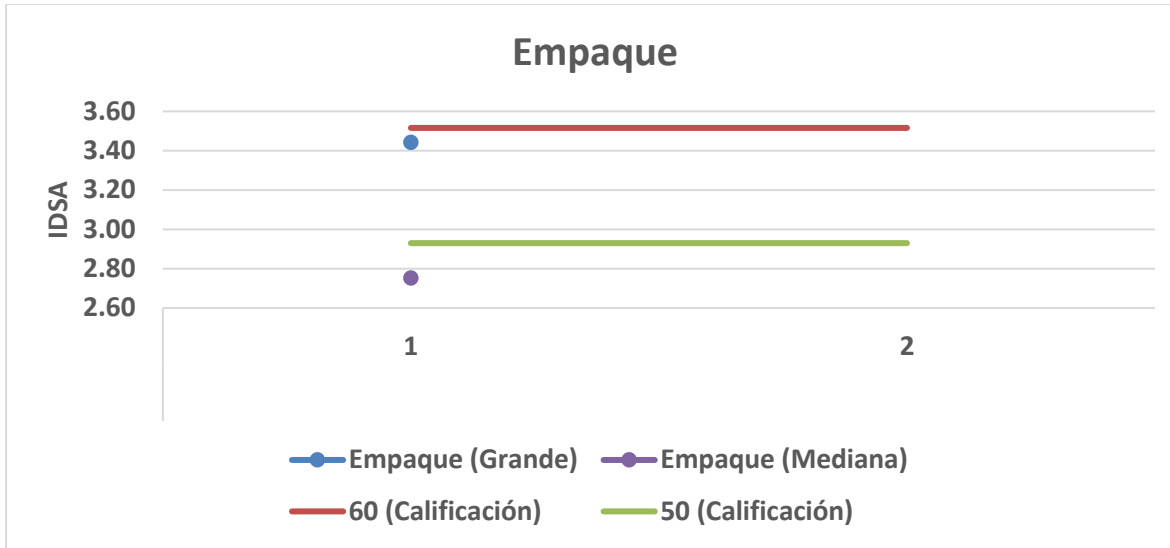




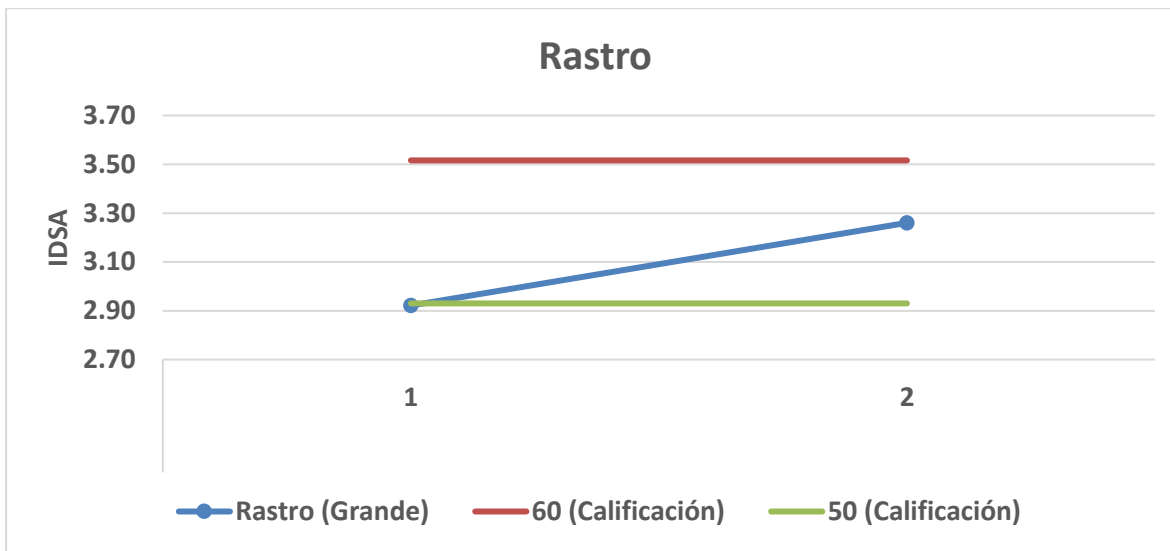
A28 Índice de Desarrollo Sustentable del Agua en la industria electrónica.



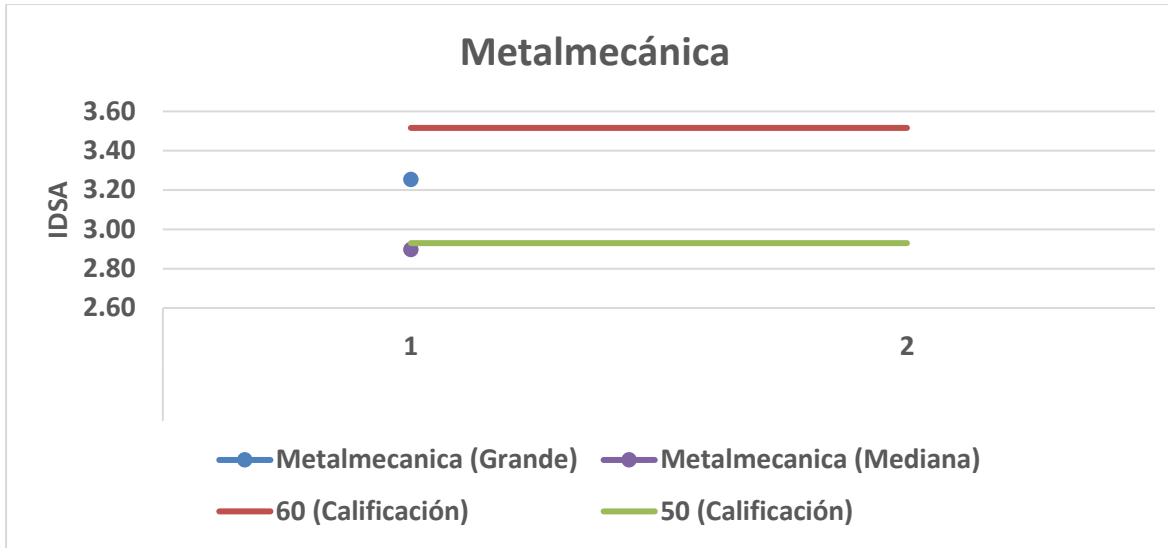
A29 Índice de Desarrollo Sustentable del Agua en la industria del vidrio.



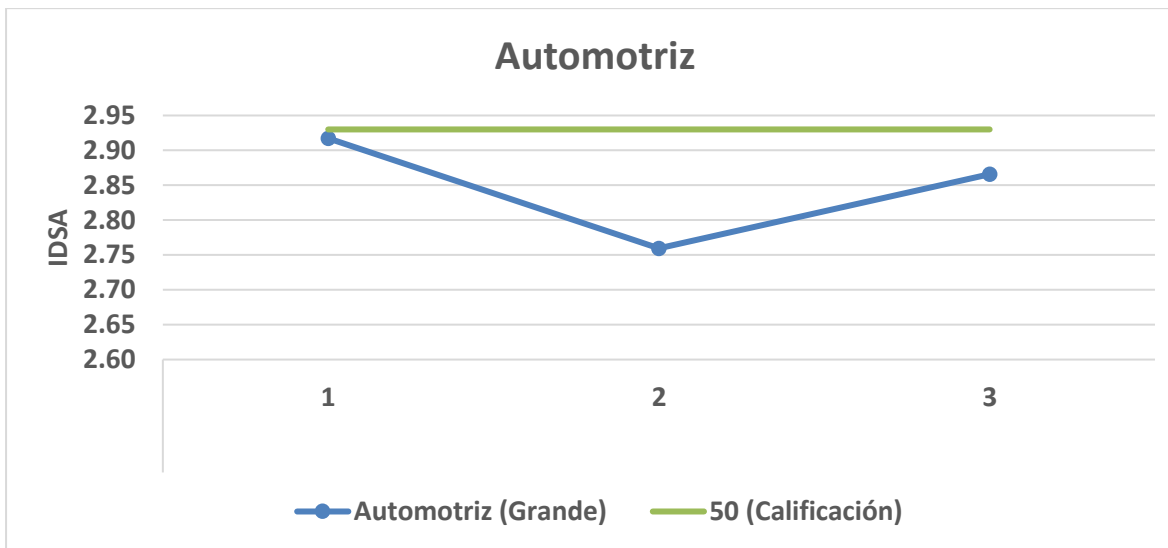
A30 Índice de Desarrollo Sustentable del Agua en la industria del empaque.



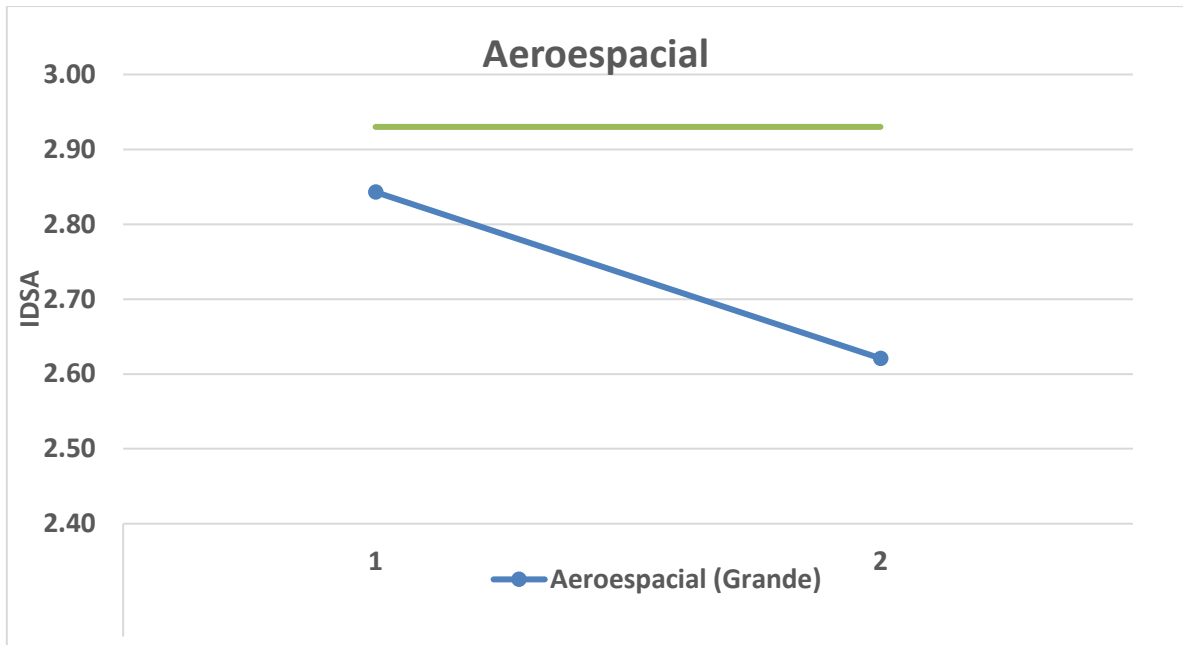
A31 Índice de Desarrollo Sustentable del Agua en la industria del rastro.



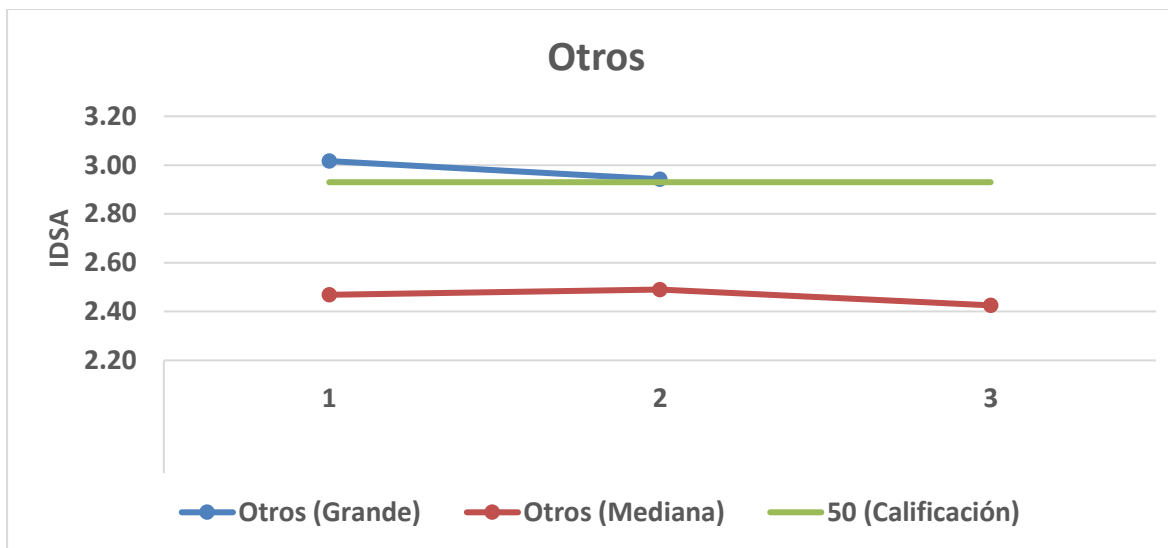
A32 Índice de Desarrollo Sustentable del Agua en la industria metalmecánica.



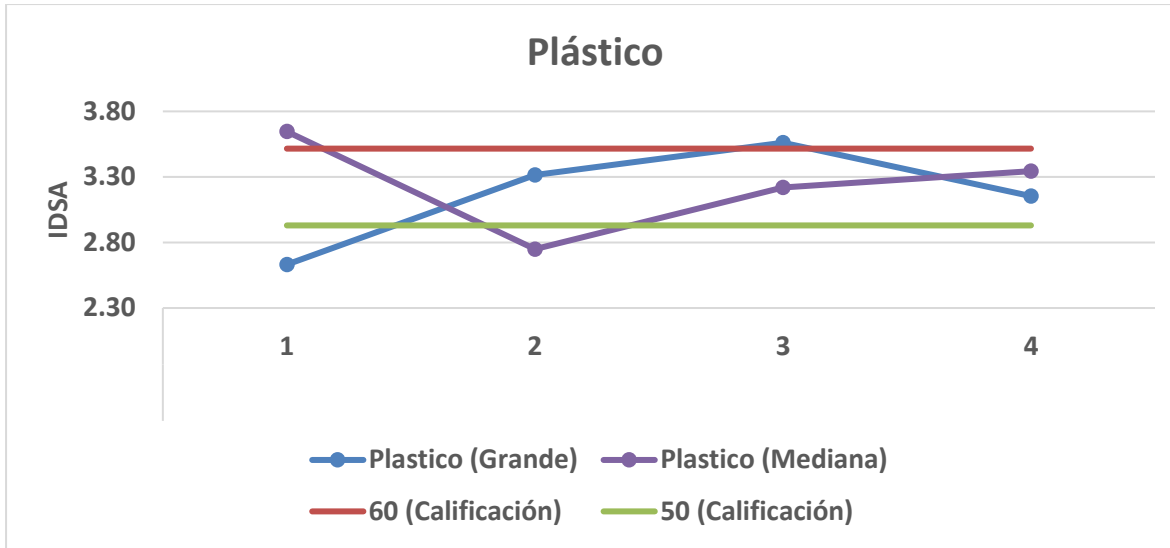
A33 Índice de Desarrollo Sustentable del Agua en la industria automotriz.



A34 Índice de Desarrollo Sustentable del Agua en la industria aeroespacial.



A35 Índice de Desarrollo Sustentable del Agua en otras industrias



A36 Índice de Desarrollo Sustentable del Agua en la industria del plástico.

A37 Ejemplo de aplicación del IDSA (Productividad hídrica)

Indicador	Empresa (Valores)								
	Puntual	Min	Max	Formula		Calculo			
						Puntual	Porcentaje		
1	28,689	19,390	32,370	$I_{\text{consumo-total-de agua}} = \left \frac{CA_{\text{Usuario}} - CA_{\text{MIN}}}{CA_{\text{MAX}} - CA_{\text{MIN}}} \right $		$\left \frac{28,689 - 19,390}{32,370 - 19,390} \right = \left \frac{9,299}{12,980} \right = 0.72$		0.72	71.64
2	18,738	12,768	20,987	$I_{\text{consumo-agua-por proceso}} = \left \frac{CAP_{\text{Usuario}} - CAP_{\text{MIN}}}{CAP_{\text{MAX}} - CAP_{\text{MIN}}} \right $		$\left \frac{18,738 - 12,768}{20,987 - 12,768} \right = \left \frac{5,970}{8,219} \right = 0.73$		0.73	72.64
3	0.65	0.59	0.66	$I_{\% \text{agua-usada por proceso}} = \left \frac{\%AUP_{\text{Usuario}} - \%AUP_{\text{MIN}}}{\%AUP_{\text{MAX}} - \%AUP_{\text{MIN}}} \right $		$\left \frac{0.65 - 0.59}{0.66 - 0.59} \right = \left \frac{0.0589}{0.0643} \right = 0.92$		0.92	91.69
4	2	0	4	$I_{\% \text{Procesos-controlados}} = \left \frac{\%P_{\text{Usuario}} - \%P_{\text{MIN}}}{\%P_{\text{MAX}} - \%P_{\text{MIN}}} \right $		$\left \frac{2 - 0}{4 - 0} \right = \left \frac{2}{4} \right = 0.5$		0.50	50
5	1.53	1.52	1.54	$I_{\text{consumo-total-de agua por producto}} = \left \frac{CTAUP_{\text{Usuario}} - CTAUP_{\text{MIN}}}{CTAUP_{\text{MAX}} - CTAUP_{\text{MIN}}} \right $		$\left \frac{1.53 - 1.52}{1.54 - 1.52} \right = \left \frac{0.0124}{0.0237} \right = 0.52$		0.52	52.31
6	0.65314	0.59422	0.65848	$I_{\text{producto por consumo-total-de agua}} = \left \frac{UPCA_{\text{Usuario}} - UPCA_{\text{MIN}}}{UPCA_{\text{MAX}} - UPCA_{\text{MIN}}} \right $		$\left \frac{0.653 - 0.594}{0.658 - 0.594} \right = \left \frac{0.0589}{0.0643} \right = 0.92$		0.92	91.69
7	0.65314	0.59422	0.65848	$I_{\text{porcentaje-de utilizacion-de agua}} = \left \frac{\%UA_{\text{Usuario}} - \%UA_{\text{MIN}}}{\%UA_{\text{MAX}} - \%UA_{\text{MIN}}} \right $		$\left \frac{0.653 - 0.594}{0.658 - 0.594} \right = \left \frac{0.0589}{0.0643} \right = 0.92$		0.92	91.69

A38 Ejemplo de aplicación del IDSA (Revitalización hídrica)

Indicador	Empresa (Valores)						
	Puntual	Min	Max	Formula	Calculo		
					Puntual	Porcentaje	
8	9,951	6,622	11,383	$I_{\text{Agua-tratada-antes del proceso}} = \left \frac{ATAP_{\text{Usuario}} - ATAP_{\text{MIN}}}{ATAP_{\text{MAX}} - ATAP_{\text{MIN}}} \right $	$\left \frac{9,951 - 6,622}{11,383 - 6,622} \right = \left \frac{3,329}{4,761} \right = 0.70$	0.70	70
9	0.35	0.34	0.35	$I_{\% \text{ agua-tratada}} = \left \frac{\%AT_{\text{Usuario}} - \%AT_{\text{MIN}}}{\%AT_{\text{MAX}} - \%AT_{\text{MIN}}} \right $	$\left \frac{0.35 - 0.34}{0.35 - 0.34} \right = \left \frac{0.00534}{0.01014} \right = 0.53$	0.53	52.69
10	143.45	96.95	161.85	$I_{\text{Volumen-total-de agua reutilizada}} = \left \frac{TAR_{\text{Usuario}} - TAR_{\text{MIN}}}{TAR_{\text{MAX}} - TAR_{\text{MIN}}} \right $	$\left \frac{143.45 - 96.95}{161.85 - 96.95} \right = \left \frac{46}{65} \right = 0.72$	0.72	71.64
11	0.0144	0.0146	0.0142	$I_{\% \text{ agua-reutilizada}} = \left \frac{\%AR_{\text{Usuario}} - \%AR_{\text{MIN}}}{\%AR_{\text{MAX}} - \%AR_{\text{MIN}}} \right $	$\left \frac{0.0144 - 0.0146}{0.0142 - 0.0146} \right = \left \frac{0.00023}{0.00042} \right = 0.53$	0.53	53.42
12	9,807.56	6,525.05	11,221.15	$I_{\text{Descarga-total-de aguas residuales}} = \left \frac{DTAR_{\text{Usuario}} - DTAR_{\text{MIN}}}{DTAR_{\text{MAX}} - DTAR_{\text{MIN}}} \right $	$\left \frac{9,807.56 - 6,525.05}{11,221.15 - 6,525.05} \right = \left \frac{3,283}{4,696} \right = 0.70$	0.70	69.90
13	9,807.56	6,525.05	11,221.15	$I_{\text{Descarga-de agua-por tipo}} = \left \frac{DAT_{\text{Usuario}} - DAT_{\text{MIN}}}{DAT_{\text{MAX}} - DAT_{\text{MIN}}} \right $	$\left \frac{9,807.56 - 6,525.05}{11,221.15 - 6,525.05} \right = \left \frac{3,283}{4,696} \right = 0.70$	0.70	69.90

A39 Ejemplo de aplicación del IDSA (Económico)

Indicador	Empresa (Valores)						
	Puntual	Min	Max	Formula	Calculo		
					Puntual	Porcentaje	
14	3,346.70	3,322.13	3,374.07	$I_{\text{consumo total de agua por \$}} = \left \frac{CA\$_{\text{Usuario}} - CA\$_{\text{MIN}}}{CA\$_{\text{MAX}} - CA\$_{\text{MIN}}} \right $	$\left \frac{3,346.7 - 3,322.13}{3,374.07 - 3,322.13} \right = \left \frac{25}{52} \right = 0.47$	0.47	47.31
15	960,135.12	654,232.32	1,075,373.88	$I_{\text{costos ambientales directos}} = \left \frac{CAD_{\text{Usuario}} - CAD_{\text{MIN}}}{CAD_{\text{MAX}} - CAD_{\text{MIN}}} \right $	$\left \frac{960,135.12 - 654,232.32}{1,075,373.88 - 654,232.32} \right = \left \frac{305,903}{421,142} \right = 0.73$	0.73	72.64
16	96,013.51	58,880.91	107,537.39	$I_{\text{costos ambientales indirectos}} = \left \frac{CAI_{\text{Usuario}} - CAI_{\text{MIN}}}{CAI_{\text{MAX}} - CAI_{\text{MIN}}} \right $	$\left \frac{96,013.51 - 58,880.91}{107,537.39 - 58,880.91} \right = \left \frac{37,133}{48,656} \right = 0.76$	0.76	76.32
17	2,350,200.57	1,480,098.25	2,379,121.35	$I_{\text{costo del consumo mensual de agua}} = \left \frac{CCMA_{\text{Usuario}} - CCMA_{\text{MIN}}}{CCMA_{\text{MAX}} - CCMA_{\text{MIN}}} \right $	$\left \frac{2,350,200.57 - 1,480,098.25}{2,379,121.35 - 1,480,098.25} \right = \left \frac{870,102}{899,023} \right = 0.97$	0.97	96.78
18	3,406,349.20	2,193,211.48	3,562,032.62	$I_{\text{costo total de agua}} = \left \frac{CTA_{\text{Usuario}} - CTA_{\text{MIN}}}{CTA_{\text{MAX}} - CTA_{\text{MIN}}} \right $	$\left \frac{3,406,349.2 - 2,193,211.48}{3,562,032.62 - 2,193,211.48} \right = \left \frac{1,213,138}{1,368,821} \right = 0.89$	0.89	88.63

A40 Ejemplo de aplicación del IDSA (Social) e indicadores generales

Indicador		Empresa (Valores)						
		Puntual	Min	Max	Formula	Calculo		
						Puntual	Porcentaje	
19	18,242.57	11,776.18	21,507.48	$I_{Gastos-proyectos-hidricos} = \left \frac{GP_{Usuario} - GP_{MIN}}{GP_{MAX} - GP_{MIN}} \right $	$\left \frac{18,242.57 - 11,776.18}{21,507.48 - 11,776.18} \right = \left \frac{6,466}{9,731} \right = 0.66$	0.66	66.45	
20	0.0001330	0.0001260	0.0001400	$I_{Gastos-en-beneficio-social} = \left \frac{GB_{Usuario} - GB_{MIN}}{GB_{MAX} - GB_{MIN}} \right $	$\left \frac{0.00013 - 0.00012}{0.00014 - 0.00012} \right = \left \frac{0.000007}{0.000014} \right = 0.50$	0.50	50	
21	3	0	35	$I_{Tasa-de-mejoras-por-empleados} = \left \frac{TME_{Usuario} - TME_{MIN}}{TME_{MAX} - TME_{MIN}} \right $	$\left \frac{3 - 0}{35 - 0} \right = \left \frac{3}{35} \right = 0.09$	0.09	8.57	
22	80	20	240	$I_{\#-horas-capacitacion} = \left \frac{HC_{Usuario} - HC_{MIN}}{HC_{MAX} - HC_{MIN}} \right $	$\left \frac{80 - 20}{240 - 20} \right = \left \frac{60}{220} \right = 0.27$	0.27	27.27	
23	47.82	32.32	53.95	$I_{consumo-de-agua-per-capita} = \left \frac{CAC_{Usuario} - CAC_{MIN}}{CAC_{MAX} - CAC_{MIN}} \right $	$\left \frac{47.82 - 32.32}{53.95 - 32.32} \right = \left \frac{15}{22} \right = 0.72$	0.72	71.64	
		Indicadores generales						
		Productividad hídrica (30%)	Revitalización hídrica (26%)	Económico (22%)	Social (22%)	IDSA		
24	Indicador (suma)	= 0.72+0.73+0.92+0.50+0.52+0.92+0.92 = 5.22	= 0.70+0.53+0.72+0.53+0.70+0.70 = 3.87	= 0.47+0.73+0.76+0.97+0.89 = 3.82	= 0.66+0.5+0.09+0.27+0.72 = 2.24			
	Valor puntual	= 5.22*0.30 = 1.56	= 3.87*0.26 = 1.01	= 3.82*0.22 = 0.84	= 2.24 * 0.22 = 0.49			3.90
	Calificación (0-100)	= (1.5/2.1)*100 = 75	= (1.01/1.56)*100 = 65	= (0.84/1.1)*100 = 76	= (0.49/1.1)*100 = 45			67

