

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA
CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

ÁREA DE POSGRADO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA



“Eficiencia y optimización del uso del agua en la industria en Mexicali, Baja California”

TESIS

Que para obtener el grado de MAESTRÍA EN CIENCIAS presenta:

Vicente Navarro Ramírez

DIRECTORA DE TESIS: Dra. Margarita Gil Samaniego Ramos

Agradecimientos

A la Dra. Margarita Gil Samaniego Ramos mi directora de tesis que me guió en este gran proceso de aprendizaje de investigación.

A los sinodales M.C. Juan Ceballos Corral, Dr. José Alejandro Suastegui Macías y el Dr. Juan Carlos Tapia Olivas por sus valiosas recomendaciones para hacer de esta tesis un mejor trabajo.

A mi Mama por formarme, su apoyo que me brindo en todo este proceso.

A mi madre que me demostró el amor incondicional, al demostrarme que es una mujer tan valiente y luchadora que no tuvo miedo cuando tuvo que desempeñar el papel de padre.

RESUMEN

Uno de los retos más importante para la humanidad es el tema hidrológico, pues el agua es un bien transversal a todas las actividades sociales, económicas y ambientales. Es una condición para toda la vida en nuestro planeta, un factor propicio o limitante para cualquier desarrollo social y tecnológico, además de una posible fuente de bienestar o miseria, cooperación o conflicto. En Mexicali, Baja California, el uso del agua en el sector agrícola es del 80.08%, el 11.7% se da para uso público y el sector industrial sólo dispone del 8.22% de este recurso. El conservar agua significa también un ahorro en los costos de electricidad, gas, los productos químicos para su tratamiento y la disposición y tratamiento de las aguas residuales. La prioridad de la industria consiste en muchos casos potenciar al máximo la producción, y no la eficiencia y conservación del agua. La inversión en tecnología para el tratamiento y reutilización 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.

Esta investigación se enfocó en el desarrollo de una metodología para el uso óptimo del agua en la industria mediante un caso de estudio en una empresa de bebidas carbonatadas para ello se realizó la aplicación de encuestas a 42 empresas de distintos sectores de la industria para la integración de metodología que se pudiese aplicar sin importar su actividad productiva.

Como hallazgos adicionales a la metodología propuesta se realizó el análisis de la productividad del agua tanto física como económicamente y se realizó un análisis comparativo de la productividad del uso del agua en la industria y la agricultura. Para ello se calculó el rendimiento económico y el productivo de los cultivos de trigo, alfalfa, algodón y cebollín, los cuales son los más representativos en el Valle de Mexicali. De igual manera se realizó este análisis en el sector industrial para el ramo automotriz, generación de energía eléctrica y el de alimentos, específicamente el de bebidas, siendo éstas las de mayor consumo de agua en el municipio.

Dicho estudio se dio de la necesidad de tener un correcto manejo de la distribución de los recursos naturales, en el cual en un panorama mundial, el correcto manejo del recurso hídrico es una de las principales preocupaciones. Los resultados encontrados en esta investigación señalan que la producción de cebollín y alfalfa en este municipio son los cultivos con mayor rentabilidad económica y con alto índice de productividad. De lo anterior se plantean las siguientes preguntas: ¿es correcto el tipo de cultivo de acuerdo a la zona? Y por último, ¿las técnicas de riego utilizadas son las adecuadas desde el punto de vista del consumo de agua?

Se encontró que en la industria, el sector de bebidas es el que cuenta con la mayor rentabilidad económica y mayor productividad de los distintos sectores con los que cuenta Mexicali. En el caso de estudio en el que se aplicó la metodología, se tuvo una reducción en el principal indicador, (litros de bebida producida por litros de agua consumida) del 120%.

ABSTRACT

One of the most important challenges for humanity is the hydrological issue, since water is a transversal asset to all social, economic and environmental activities. It is a condition for all life on our planet, a favorable or limiting factor for any social and technological development, as well as a possible source of well-being or misery, cooperation or conflict. In Mexicali, Baja California, the use of water in the agricultural sector is 80.08%, 11.7% is for public use and the industrial sector only has 8.22% of this resource. Conserving water also means savings in the costs of electricity, gas, chemicals for their treatment and the disposal and treatment of wastewater. The priority of the industry is in many cases to maximize production, and not the efficiency and conservation of water. Investment in technology for the treatment and reuse of water or in efficient cooling processes may have longer recovery times than the immediate returns of short-term alternative investment in production.

This research focused on the development of a methodology for the optimal use of water in the industry through a case study in a carbonated beverage company. For this purpose, surveys were applied to 42 companies from different sectors of the industry for the integration of methodology that could be applied regardless of their productive activity.

As additional findings to the proposed methodology, the analysis of water productivity was carried out both physically and economically, and a comparative analysis of the productivity of water use in industry and agriculture was carried out. For this, the economic and productive performance of the wheat, alfalfa, cotton and green onion crops were calculated, which are the most representative in the Mexicali Valley. Similarly, this analysis was carried out in the industrial sector for the automotive industry, electric power generation and food, specifically the beverage industry, which are the ones with the highest water consumption in the municipality.

This study was based on the need to have a correct management of the distribution of natural resources, in which in a global scenario, the correct management of water resources is one of the main concerns. The results found in this research indicate that the production of scallions and alfalfa in this municipality are the crops with the highest economic profitability and with a high productivity index. From the above, the following questions are posed: is the type of crop correct according to the area? And finally, are the irrigation techniques used appropriate from the point of view of water consumption?

It was found that in the industry, the beverages sector has the highest economic profitability and greater productivity of the different sectors that Mexicali has. In the case of the study in which the methodology was applied, there was a reduction in the main indicator, (liters of drink produced per liters of water consumed) of 20%.

Índice

Antecedentes	I
Definición del problema	VI
Justificación	VII
a) Disponibilidad de agua	VII
b) Sequía severa en la región	XV
c) Productos altamente intensivos en el uso del agua.....	XVII
Bajo costo del agua	XVIII
Hipótesis	XXII
Objetivo general	XXII
Objetivos específicos.....	XXIII
 Capítulo 1. Estado del arte	1
1.1 Herramientas para análisis de procesos	1
1.2 Herramientas para optimización del uso del agua.....	3
1.3 Otros estudios.....	8
 Capítulo 2. Marco teórico	10
2.1 Importancia del agua	10
2.2 Agua Virtual y Huella Hídrica	12
2.3 Usos de agua en la industria.....	14
2.4 Normatividad en México para el uso del agua.....	18
2.5 Herramientas de Ingeniería Industrial para la optimización del uso del agua	20
2.5.1 Six Sigma	20
2.5.2 Diagrama de Ishikawa	25
 Capítulo 3. Materiales y métodos	26
3.1 Selección de metodologías a integrar	26
3.2 Análisis del consumo de agua de la industria en Mexicali	28
3.3 Identificación de los mayores consumidores de agua en la industria de Mexicali, Baja California	33
 Capítulo 4. Desarrollo	37
4.1 Investigación de campo	37
4.1 Procesos por sector industrial.....	39
4.1.1 Aeroespacial.....	39
4.1.2 Alimentos.....	41
4.1.3 Automotriz	44
4.1.4 Bebidas.....	46

4.1.5 Electrónica.....	49
4.1.6 Empaques y embalajes.....	52
4.1.7 Generación de energía eléctrica	55
4.1.8 Metalmecánica.....	56
4.1.9 Otras industrias manufactureras	57
4.1.10 Plástico	59
4.1.11 Rastro	60
4.1.12 Vidrio	61
4.1.13 Resumen.....	62
4.2 Productividad del agua	64
4.3 Metodología para la eficiencia y optimización del uso del agua en la industria.....	70
Capítulo 5. Resultados.....	78
5.1 Aplicación de la metodología propuesta a un caso de estudio.....	78
Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones.....	92
Referencias.....	95
Apéndice	105
Encuestas aeroespacial	107
Encuestas alimentos	112
Encuestas automotriz.....	121
Encuestas bebidas.....	126
Encuestas electrónica	130
Encuestas papel.....	144
Encuestas generación energía eléctrica	154
Encuestas metalmecánica	158
Encuestas otras.....	161
Encuestas plástico	170
Encuestas rastro.....	174
Encuestas vidrio	176

Índice de figuras

Figura 1. 1 Uso del agua en el mundo.....	II
Figura 1. 2. Ciclo del agua en Mexicali.	V
Figura 1. 3. Sub-Regiones Hidrológicas del país.....	VIII
Figura 1. 4. Lago Mead en el año 2000	Figura 1. 5. Lago Mead en el año 2015 XI
Figura 1. 6. Lago Mead en el año 2017.....	XI
Figura 1. 7. Media anual de elevación de la presa Hoover.....	XIII
Figura 1. 8. Superficie del lago Powell el 25 de Marzo de 1999.....	XIII
Figura 1. 9. Superficie del lago Powell el 1 de Mayo de 2004.....	XIV
Figura 1. 10. Superficie del lago Powell el 14 de Abril de 2015.....	XIV
Figura 1. 11. Superficie del lago Powell el 1 de Enero de 2017.....	XV
Figura 1. 12. Niveles de Sequía en California.....	XVI
Figura 1. 13 Intensidad de sequía en Baja California.....	XVI
Figura 1. 14 Costo del Agua para uso industrial.....	XIX
Figura 1. 15 Comparativa del costo de agua en Moneda Nacional.....	XX
Figura 1. 16 Costo del agua para uso industrial en distintas ciudades mexicanas.....	XXI
Figura 1. 17 Diagrama de flujo de objetivos específicos.....	XXIII

Capítulo 2. Marco teórico

Figura 3. 1 Diagrama de Ishikawa	25
--	----

Capítulo 3. Materiales y métodos

Figura 4. 1. Plan de trabajo para alcance de objetivo.....	26
Figura 4. 2. Dependencias relacionadas con el uso del agua.....	31
Figura 4. 4 Mayores consumidores de agua en Mexicali	34

Capítulo 4. Desarrollo

Figura 5. 1 Ingresos en pesos por metro cubico de agua en la industria y agricultura.....	69
Figura 5. 2 Productividad del agua en la industria y agricultura	69
Figura 5. 3 Pasos de la metodología de identificación de pérdidas	71
Figura 5. 4 Esquema de formato A1	72

Capítulo 5. Resultados

Figura 6. 1 Diagrama de flujo.....	79
Figura 6. 2 Gráfica de control de limpieza de línea	81
Figura 6. 3 Gráfica de control de suavizadores	82
Figura 6. 4 Pareto de calificación de ponderaciones.....	83
Figura 6. 5 Pareto de consumo de agua de acumulado de Enero de 2015 a Marzo de 2016.....	84
Figura 6. 6 Diagrama causa-efecto.....	85
Figura 6. 7 Gráfica de residuos para consumo de agua.....	86
Figura 6. 8 Gráfica de contorno de limpieza de línea.....	87
Figura 6. 9 Evolución de la intensidad del uso del agua en industria de bebidas carbonatadas.....	91

Índice de tablas

Tabla 1. 1 Población Mundial.....	I
Tabla 1. 2. Extracción de Agua y sus Rubros en el mundo.	II
Tabla 1. 3. Precipitación y su Extracción Mundial.	III
Tabla 1. 4. Extracción de Agua y sus Rubros en México.....	III
Tabla 1. 5. Precipitación y su Extracción en México.....	IV
Tabla 1. 6. Reducciones en la cuota anual asignada a México, según los niveles de elevación del Lago Mead.....	XII
Tabla 1. 7. Agua virtual por producto, según diferentes organizaciones (I).....	XVIII
Tabla 1. 8. Costo de Descargas Residuales	XIX
Tabla 1. 9. Aportación al producto interno bruto nacional por estado.	XXII

Capítulo 2. Marco Teórico

Tabla 3. 1. Normatividad en materia del uso del agua en México.	19
--	----

Capítulo 3. Materiales y métodos

Tabla 4. 1 Consumo de agua por sector industrial y de servicios en Baja California.	29
Tabla 4. 2 Consumo de agua de la industria manufacturera en Mexicali.....	30
Tabla 4. 3 Costo de aguas subterráneas y superficiales (pesos por m ³)	32
Tabla 4. 4 Costo de descargas residuales	32
Tabla 4. 5 Títulos de concesión de uso de aguas	33
Tabla 4. 6 Ejemplo comparativo del costo-utilidad para CESP del agua.	34
Tabla 4. 7 Productividad regional del agua.	35
Tabla 4. 8 Tipos de industria en la región.	36

Capítulo 4. Desarrollo

Tabla 5. 1 Tamaños de muestra por tipo de industria.	38
Tabla 5. 2 Procesos que consumen agua en el sector aeroespacial.	41
Tabla 5. 3 Procesos que consumen agua en el sector alimenticio.....	44
Tabla 5. 4 Procesos que consumen agua en el sector automotriz.	46
Tabla 5. 5 Procesos que consumen agua en el sector de bebidas.....	48
Tabla 5. 6 Procesos que consumen agua en el sector electrónico.....	52
Tabla 5. 7 Procesos que consumen agua en el sector empaques y embalajes.	54
Tabla 5. 8 Procesos que consumen agua en el sector de generación de energía eléctrica.....	55
Tabla 5. 9 Procesos que consumen agua en el sector de metalmecánica.	56
Tabla 5. 10 Procesos que consumen agua en otras industrias manufactureras.....	58
Tabla 5. 11 Procesos que consumen agua en el sector plástico.	60
Tabla 5. 12 Procesos que consumen agua en el rastro.	60
Tabla 5. 13 Procesos que consumen agua en el sector de vidrio.	62
Tabla 5. 14 Procesos que consumen agua en la industria.....	62
Tabla 5. 15 Procesos que consumen agua en la industria (continuación).	63
Tabla 5. 16 Resumen de equipos, procesos y servicios en la industria.....	63
Tabla 5. 17 Indicador de intensidad del uso de agua en la industria de Mexicali, B. C.....	64
Tabla 5. 18 Productividad física y económica del sector agrícola e industrial.....	66

Tabla 5. 19 Productividad física del algodón a nivel internacional	66
Tabla 5. 20 Productividad física del trigo a nivel internacional	67
Tabla 5. 21 Productividad económica en la industria a nivel internacional.	68
Tabla 5. 22 Comparativa de la eficiencia del agua en la industria de Mexicali y el mundo.	70
Tabla 5. 23 Ejemplo de cálculo de ponderaciones de pérdidas.	75
Tabla 5. 24 Metodología desarrollada.....	77

Capítulo 5. Resultados

Tabla 6. 1 Datos históricos del consumo de agua en planta embotelladora (metros cúbicos).....	81
Tabla 6. 2 Clasificación de las pérdidas.	83
Tabla 6. 3 Análisis de varianza para consumo de agua.....	86
Tabla 6. 4 Ahorro estimado (metros cúbicos).	88
Tabla 6. 5 Ingresos de facturación- costos de operación CESPM.	89

Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones

Tabla 7. 1 Balance hídrico en Baja California.	94
---	----

Antecedentes

Uno de los retos más importante para la humanidad es el tema hidrológico, pues el agua es un bien transversal a todas las actividades sociales, económicas y ambientales. Es una condición para toda la vida en nuestro planeta, un factor propicio o limitante para cualquier desarrollo social y tecnológico, además de una posible fuente de bienestar o miseria, cooperación o conflicto [1].

Aunque el 70.8 % del planeta tierra se encuentra cubierto de agua, el 2.5% es agua dulce apta para consumo humano; la mayoría se encuentra inaccesible en glaciares y polos, por lo tanto se estima que solo el 0.77% está accesible para consumo humano de manera subterránea y superficial [2].

Actualmente la población mundial es de más de 7 mil millones de personas (tabla 1.1) y la escasez de agua afecta a más del 40% [3]. 1,200 millones de personas viven en países o regiones con escasez absoluta de agua, se estima que siguiendo la tendencia para el 2025 se contará con dos tercios de la población mundial con disponibilidad limitada de agua [3].

Tabla 1. 1 Población Mundial

Continente	Superficie total (km ²)	Población total (1000 hab)	Densidad de población (hab/km ²)
Asia	32,430,240	4,304,907	17,832
África	30,067,240	1,108,968	4,724
América	40,239,240	970,181	4,763
Europa	23,065,770	743,562	6,591
Oceanía	8,074,590	30,162	1,950

Fuente: Elaboración propia con datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2014) [4]

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 se muestran los porcentajes 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.

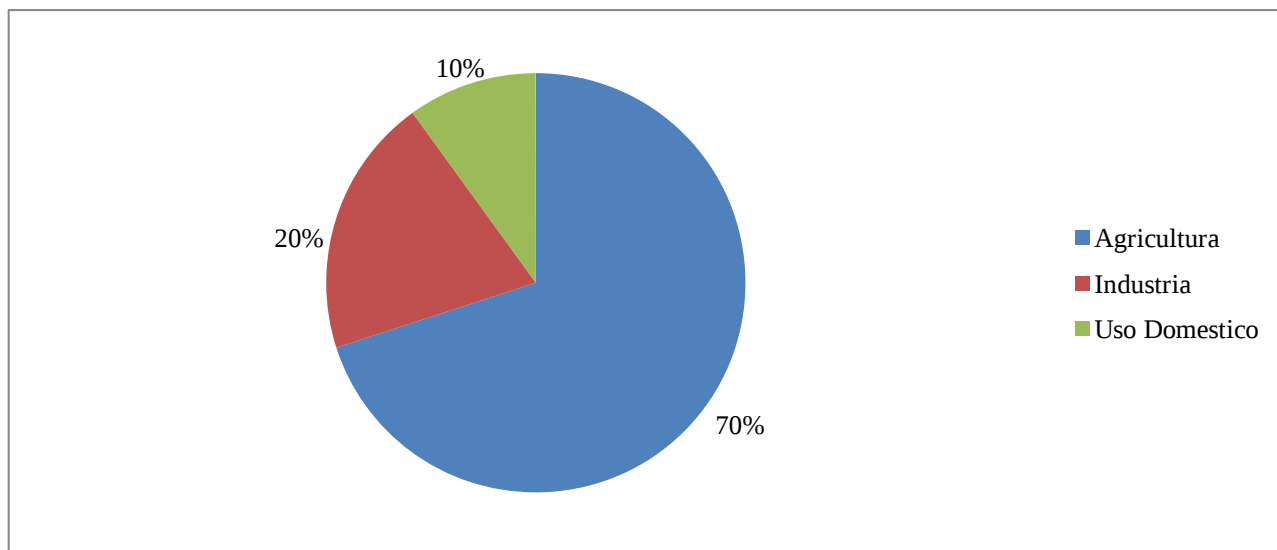


Figura 1. 1 Uso del agua en el mundo

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2014) [5].

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 1.2).

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 sólo se preocupa por maximizar la producción sin considerar el uso eficiente de los recursos naturales [6].

Tabla 1. 2. 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 (2014) [7]

La escasez del agua está estrechamente relacionada con la precipitación pluvial, ya que el caudal de los acuíferos depende de su recarga. Entiéndase como precipitación media (en profundidad a largo plazo) como el promedio a largo plazo (en tiempo y espacio) de la profundidad de las precipitaciones endógenas anuales (producidas en el país). La tabla 1.3 explica la extracción de aguas superficiales y la extracción de aguas subterráneas a nivel mundial, además de sus recursos hídricos renovables.

Tabla 1. 3. Precipitación y su Extracción Mundial.

Continente	Recursos hídricos renovables totales (10⁹ m³/año)	Precipitación media en profundidad a largo plazo (mm/año)	Precipitación media en volumen a largo plazo (10⁹ m³/año)	Extracción total de agua dulce (primaria y secundaria) (10⁹ m³/año)
América	25,203.53	63,047	44,407.60	839.6372
Asia	15,242.34	51,375	26,855.30	2,350.25
Europa	7,736.88	31,718	12,561.98	353.9221
África	5,630.60	54,161	20,371.37	197.1134
Oceanía	892.25	7,886	4,732.57	24.5427

Fuente: Elaboración propia con datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2014) [8]

En México la población asciende a más de 125 millones de habitantes, según datos obtenidos en el censo económico realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en 2014 [9]. 9.5 millones de habitantes no cuentan con disponibilidad de agua, además de que dos terceras partes de nuestro territorio está catalogado como zona semiárida. El país cuenta anualmente con 447,260 millones de metros cúbicos de agua dulce renovable [10]. En promedio, cada mexicano consume 360 litros de agua por día [11]. El uso del agua por municipio representa el 14.25%; Agricultura el 76.69% y 9.06% en la industria tal como se señala en la tabla 1.4.

Tabla 1. 4. Extracción de Agua y sus Rubros en México.

País	Extracción de agua agrícola (10⁹ m³/año)	Extracción de agua industrial (10⁹ m³/año)	Extracción de agua municipal (10⁹ m³/año)	Extracción total de agua (suma de sectores) (10⁹ m³/año)
México	61.58	7.28	11.44	80.3
Porcentaje (%)	76.69 %	9.06 %	14.25 %	100%

Fuente: Elaboración propia con datos de la organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (2014) [12]

México cuenta con 653 acuíferos, de los cuales 106 están sobreexplotados, de tal manera que esta reserva de agua disminuye 6 km³ en promedio cada año; la sobreexplotación de los acuíferos ha ido en aumento: en 1975 eran 32 a la actualidad que cuenta con 106 sobreexplotados [13].

El 22 de marzo del 2015, “en el día mundial del agua”, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) informan en su publicación “Cuidemos y valoremos el agua que mueve a México” que nuestro país recibe anualmente 1,489 millones de metros cúbicos de agua en forma de precipitación, de la cual, 71.6% se evapora y regresa a la atmósfera, 22.2% escurre por los ríos o arroyos y el 6.2% restante se infiltra al subsuelo de forma natural y recarga los mantos acuíferos [14].

Tabla 1. 5. Precipitación y su Extracción en México.

País	Recursos hídricos renovables totales (10⁹ m³/año)	Precipitación media en profundidad a largo plazo (mm/año)	Precipitación media en volumen a largo plazo (10⁹ m³/año)	Extracción total de agua dulce (primaria y secundaria) (10⁹ m³/año)
México	461.9	758	1489	79.48

Fuente: Elaboración propia con datos de la organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2014) [15]

La tabla 1.5 explica los recursos hídricos renovables, las precipitaciones endógenas anuales, la extracción de aguas superficiales y la extracción de aguas subterráneas en México.

Se tiene una disminución del índice per cápita de agua en las últimas décadas; en 1950 era de 18,035 m³ por habitante por año y pasó en el 2013 a 3,982 m³.

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 publico 11.7% y la industria 8.22 % [16].

Tapia et al 2016 [17], describen el proceso de obtención de agua de la siguiente forma para la ciudad de Mexicali: El agua proviene del Río Colorado la cual se deriva en la presa Morelos; también se obtiene agua de los acuíferos, llegando a los módulos de riego donde se recibe de los canales Reforma e Independencia. El módulo de riego, a su vez, proporciona el agua para uso agrícola, 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 agua de la planta Zaragoza, se manda al lago Saltón en E.U. por medio del Río Nuevo. El agua residual 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. En la figura 1.2 se muestra el ciclo del agua en la ciudad de Mexicali.

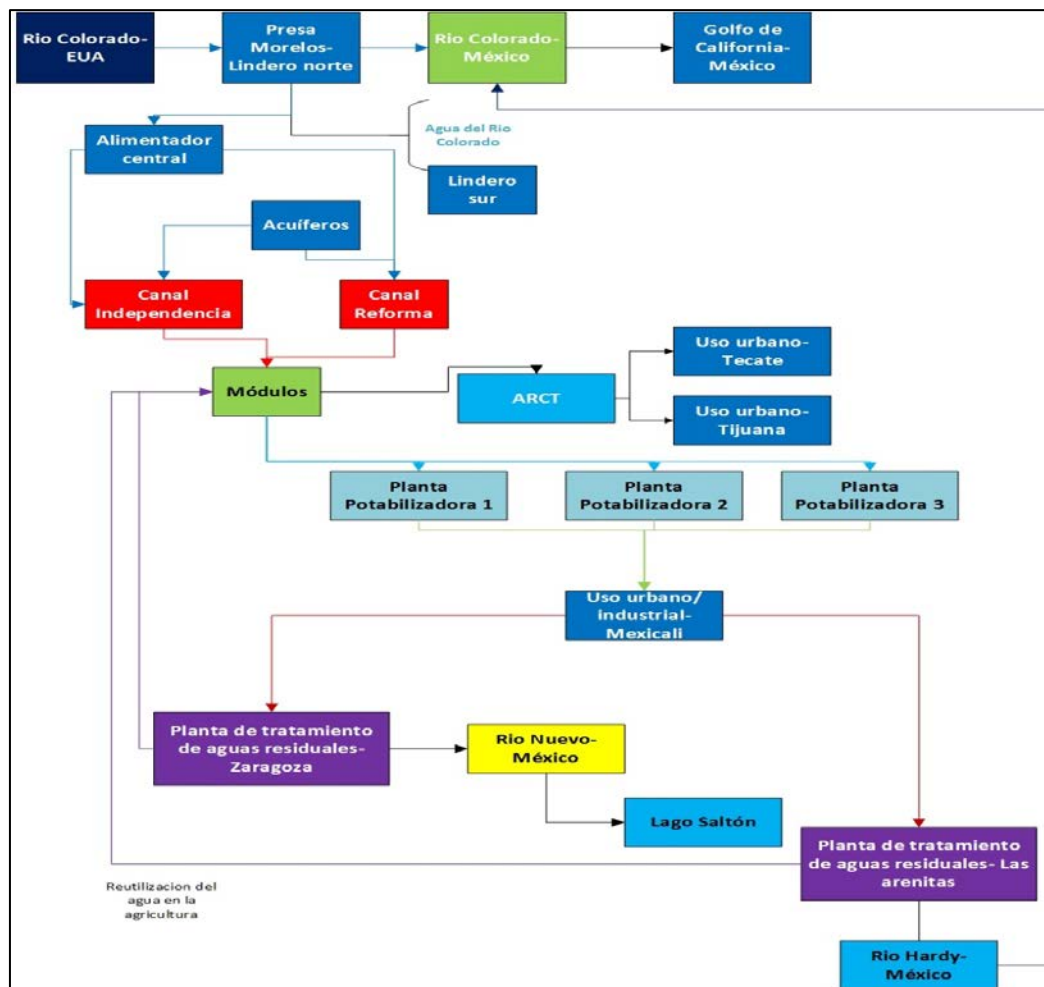


Figura 1. 2. Ciclo del agua en Mexicali.

Fuente: Tapia (2016)

El agua como recurso natural renovable el cual es un recurso vivo (biótico) o dinámico cuya cosecha perpetua depende de una planeación y administración correcta llevada a cabo por el hombre. El aprovechamiento inadecuado provoca deterioro o extinción originando consecuencias socioeconómicas adversas [18].

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 [19].

Es por esta problemática, la importancia de realizar un estudio para la optimización del uso del agua, En los siguientes capítulos se presenta una revisión del estado del arte, el marco teórico, la presentación de la metodología y su aplicación a un caso de estudio y se finaliza la investigación con los resultados, conclusiones y recomendaciones.

Definición del problema

En el Estado de Baja California, y específicamente en la Ciudad de Mexicali, no se cuenta con una normativa que regule y sancione los volúmenes de agua utilizados por la industria, la cual se describe a detalle en el capítulo 3.4 Normatividad en México para el uso del 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 calidad de agua y que se cumpla con los pagos por su consumo, de esto no existe un límite para la cantidad utilizada.

El bajo costo del agua y su disponibilidad, comparada con otras ciudades del estado y del país, además de la diversidad de sectores industriales en la región ocasionan altos consumos de este recurso. Otro factor que impacta es que no se cuenta con estándares establecidos para el volumen de consumo, solo se dispone de normas para calidad del uso del agua. Estos factores ocasionan una mala administración y un excesivo uso del agua, sin considerar su productividad y eficiencia.

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

¿Implementar el uso de una metodología de uso eficiente y optimización del uso del agua para el sector industrial en Mexicali, impactará en la disminución de los consumos?

Justificación

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. Por otra parte, los bajos precios del agua no fomentan la inversión en eficiencia hídrica, ya que 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 [20].

Es por esto, que la gestión del agua a nivel mundial, nacional y regional es un tema actual y preocupante además de su disponibilidad para el presente y generaciones futuras. Es por esto que la justificación de este trabajo de tesis se basa en los siguientes puntos:

- a) Amenazas a la disponibilidad del agua.
- b) Sequía severa en la Ciudad de Mexicali.
- c) Fabricación de productos altamente intensivos en el uso del agua.
- d) Bajo costo del agua comparado con otras ciudades con condiciones climáticas similares a Mexicali.

A continuación, se describe la situación del agua en Mexicali, Baja California.

a) Disponibilidad de agua

En el municipio de Mexicali convergen dos de las regiones hidrológicas del país, según la clasificación hecha por la Comisión Nacional del Agua (CNA): La región hidrológica número 4 o Baja California Noreste y la región hidrológica 7 o Río Colorado, como se puede apreciar en la Figura.1.3. Cada una de estas regiones se encuentra integrada por una serie de cuencas y subcuencas. De la región hidrológica 7, la cuenca del Río Colorado abarca la porción noreste del municipio, cuenta con una superficie de 5,052.625 km². Desde su nacimiento en las montañas Rocallosas en Estados Unidos, el río recorre más de 2,300 km en dirección suroeste por los estados de Wyoming y Colorado hacia Utah, Nevada, Arizona y California. Los últimos 140 km del cauce del río Colorado se encuentran al sur de la frontera internacional México-Estados Unidos, entre los estados de Baja California y Sonora. Representando casi el 2% del total de la cuenca, el delta es el área en donde el río Colorado se dispersaba en meandros y lagunas antes de su desembocadura en el Golfo de California [21].



Figura 1. 3. Sub-Regiones Hidrológicas del país.

Fuente: SEMARNAT (2015)

El Río Colorado es la principal corriente superficial de la entidad 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 millones de m³, volumen asignado en el acta 242 en el Tratado sobre Distribución de Aguas Internacionales entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América. 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 [22].

El agua del Río Colorado proveniente de Estados Unidos que se capta en la Presa Morelos, se encuentra en el poblado fronterizo de Los Algodones, B.C. El agua fluye por los canales del Distrito de Riego no. 14, donde el canal Benassini abastece a dos de las tres plantas potabilizadoras de la Ciudad de Mexicali: Planta Potabilizadora No. 1 y Planta Potabilizadora No. 2. El canal Reforma abastece a la tercera denominada Planta Potabilizadora No. 3 [23].

La planta potabilizadora 1 se encuentra localizada en la colonia Pro-hogar y cuenta con una capacidad de 1,800 litros por segundo. La planta potabilizadora 2 se encuentra en la delegación González Ortega y tiene con una capacidad de 2,500 litros por segundo. Por último, la planta potabilizadora 3 se encuentra en el fraccionamiento Villas del Rey y tiene una capacidad de 1,250 litros por segundo [23].

En lo que respecta a las aguas subterráneas, el acuífero del Valle de Mexicali es el de mayor capacidad del estado de Baja California y el más importante por su volumen de explotación. Es un acuífero de tipo libre, presenta una recarga media anual de 700 millones de m³; el cual anteriormente recibía aportaciones subterráneas del canal Todo Americano, localizado al sureste del Valle Imperial en California. Los efectos inmediatos de la obra de revestido de dicho canal incluyeron la reducción de 12% de la recarga del acuífero y la afectación de mil 200 hectáreas de superficie agrícola, además de un incremento general en los niveles de salinidad del acuífero. Entre los impactos ambientales destaca el daño a 6 mil 200 hectáreas de humedales en la Mesa de Andrade, que se alimentan de las filtraciones del canal; la destrucción del hábitat de 12 aves incluidas en leyes de protección a la fauna de México y Estados Unidos, y la erosión paulatina de 29 mil hectáreas de tierras en el valle de Mexicali [24]; El acuífero del Valle de Mexicali recibe recargas subterráneas del Valle de Yuma, Arizona, ambos en los Estados Unidos [24]. El acuífero presenta un nivel de extracción de 719 millones de m³, lo que crea un déficit o sobreexplotación de 19 millones de m³ anuales [24]. Esta operación se realiza mediante un total de 1081 pozos de los cuales 192 (17.8%) se destinan al uso agrícola, 80 (7.4%) para abastecimiento de agua potable a los centros de población, 685 más (63.3%) para cubrir las necesidades del uso doméstico-abrevadero y los 124 pozos restantes (11.5%) son utilizados por el sector industrial. Los pozos utilizados por el sector industrial corresponden a los que se localizan en el campo geotérmico Cerro Prieto y debido a que explotan niveles profundos en rocas fracturadas se considera que pertenecen al acuífero Mesa Arenosa [24].

En sus actividades económicas Mexicali desde los años treinta el cultivo del algodón había crecido de manera importante en la región a la par que se desarrollaba una industria básica ligada a este producto, así como la industria cervecera y de alimentos conformando una incipiente actividad industrial municipal, que en la actualidad se siguen produciendo [24].

El volumen asignado del Río Colorado se rige por medio del “Tratado sobre Distribución de Aguas Internacionales entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América” (Tratado de Aguas), firmado el 3 de Febrero de 1944, el Acta Núm. 242 denominada “Solución Permanente y Definitiva del Problema Internacional de la Salinidad del Río Colorado”, firmada por ambos Gobiernos el 30 de Agosto de 1973, además de otras actas. Estos documentos establecen los volúmenes y calidad del agua de los Ríos Colorado y Bravo que corresponden a México, así como las bases para la resolución de conflictos entre los beneficiarios de esas aguas en ambos lados de la frontera. Para efecto del tema que nos ocupa, corresponde a México, donde el Valle de Mexicali y San Luis Río Colorado, Sonora son los principales beneficiarios, una cuota anual de 1,850,234,000 m³ y en casos donde a juicio de la Sección de los Estados Unidos, en cualquier año que exista en el Río Colorado agua en exceso, lo cual no significa que México adquiera derecho alguno sobre el agua adicional, más allá de 1,850,234,000 m³ convenidos, se obligan a entregar agua adicional hasta un volumen que no exceda de 2,096,931,000 m³ [25].

Finalmente, de acuerdo a lo establecido en el Acta 242, los Estados Unidos se comprometen a adoptar medidas para mantener los niveles de salinidad del agua dentro de los parámetros que establece la mencionada acta. Para lo cual, entre otras medidas, el Congreso Norteamericano autorizó la construcción de la planta desaladora de Yuma con una inversión de \$ 250 millones de dólares (prácticamente terminada en 1992 y en la

actualidad en estado de espera, nunca ha operado), además, la construcción de la Extensión del Desvío Principal de Desfogue (MODE por sus siglas en inglés) y de su extensión de desvío que descarga el drenaje agrícola en los humedales del Golfo de Santa Clara [25].

Aunque en el 2012 se firmó el Acta 319 del Tratado sobre Distribución de Aguas Internacionales entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América por la Comisión Internacional de Límites y Agua (CILA), la cual permite concretar los términos de cooperación binacional en materia de excedentes de agua, condiciones de escasez, salinidad, proyectos de inversión conjunta, y proyectos ambientales y de conservación. Además, amplía el periodo de aplicación del Acta 318, firmada en 2010, que permite diferir entregas de agua a México en tanto se completa la reparación de la infraestructura de la red hidráulica del distrito de riego 014 Río Colorado, en el cual quedaron inutilizados 640 km de la red de canales revestidos, provenientes de una cuenca ubicada en los Estados Unidos de América, la cual resultó dañada por el sismo con epicentro en el valle de Mexicali el día 4 de abril de 2010, con una magnitud de 7.2 grados en la escala de Richter, para así asegurar el aprovechamiento de estos recursos. No modifica el Tratado bilateral sobre distribución de aguas internacionales, firmado el 3 de febrero de 1944, ni implica en modo alguno la enajenación del agua correspondiente a uno y otro país. Como consecuencia de lo anterior Estados Unidos autoriza a México la utilización de la infraestructura Norteamericana para almacenar temporalmente hasta un máximo de 320 millones de metros cúbicos, de las entregas pactadas en el Tratado de 1944, que se acumulen entre los años 2011 a 2013, las cuales fueron regresadas a México a partir del 2014, de acuerdo a lo estipulado en el Tratado en relación a que las entregas anuales, no podrá exceder 2,096 millones de metros cúbicos. En este mismo Tratado en el Artículo 10 inciso b se menciona lo siguiente [26]:

“En los casos de extraordinaria sequía o de serio accidente al sistema de irrigación de los Estados Unidos, que haga difícil a éstos entregar la cantidad garantizada de 1, 850, 234,000 m³, el agua asignada a México, según inciso a) de este artículo, se reducirá en la misma proporción en que se reduzcan los consumos en los Estados Unidos” [26].

En caso de que estos niveles desciendan, la cuota que recibiría México se vería reducida, inicialmente, en un 3.3 %, es decir, 62 millones de m³ [26].

El lago Mead, el mayor lago y embalse artificial en Estados Unidos, se encuentra situado en el Río Colorado. La sequía persistente ha contribuido a la disminución de sus niveles. Según imágenes satelitales proporcionadas por la NASA se sabe que el 6 de julio del 2000 su elevación era de 366 metros, (Ver figura.1.4). En julio del 2015 su nivel llegó a 329 metros, es decir, se redujo en 37 metros (Ver figura.1.5) [27].



Figura 1. 4. Lago Mead en el año 2000



Figura 1. 5. Lago Mead en el año 2015

Fuente: NASA



Figura 1. 6. Lago Mead en el año 2017

Fuente: NASA

En la figura 1.6 se muestran los niveles del lago Mead en el año 2017; el nivel al día 20 de febrero es de 331.85 metros (1,088.76 pies). En los años de 2016 y 2015, su elevación fue de 330.5 metros (1,084.3 pies) y 331.92 metros (1,089 pies) respectivamente. De junio 2015 a la fecha el nivel del lago Mead ha subido 2.85 metros.

En la tabla 1.6 se indican las reducciones anuales de la cuota de agua asignada a México, según las elevaciones que tenga el lago Mead, lo cual fue estipulado en el acta 319. Estos niveles son establecidos al inicio de año (1 de enero) para determinar si habría alguna reducción en el año en curso que se realicen dichos estudios [28].

Tabla 1. 6. Reducciones en la cuota anual asignada a México, según los niveles de elevación del Lago Mead.

Elevaciones en el lago Mead (msnm)	Reducción anual
320.04 - 327.66	62 Mm ³
312.42 - 320.04	86 Mm ³
Menor a 312.42	154 Mm ³

Fuente: Elaboración Propia con datos de CILA

El 21 de septiembre del 2017 se amplió las medidas de cooperación binacional con la creación del acta 323 [29], la cual sustituirá el acta 319 a excepción del programa piloto que estableció los medios para crear un volumen de 195 Mm³ (158,088 acre-pies) de agua para flujo base y flujo pulso para el tramo limítrofe del Río Colorado y su Delta, a través de la participación de México, los Estados Unidos y Organizaciones no Gubernamentales. La temática principal del acta 323 es:

- Distribución de volúmenes en condiciones de presas con elevaciones altas (Lago mead).
- Distribución de volúmenes en condiciones de presas con elevaciones bajas (Ver tabla 1.6).
- Plan binacional de contingencia ante la escases de agua. Se propone crear medidas de ahorro de agua por los dos países en caso de elevaciones menores a 323.32 msnm en lago mead el cual Estados Unidos se vería obligado a ahorrar 247 Mm³ y México 51 Mm³.
- Ampliación de las medidas de cooperación para atender potenciales emergencias en México.
- Medidas relacionadas con las variaciones en los flujos que llegan a México.
- Salinidad y medio Ambiente.
- Inversiones y proyectos.

En la figura.1.7 se muestra la media anual de la elevación de la Presa Hoover, la cual año con año ha ido en descenso.

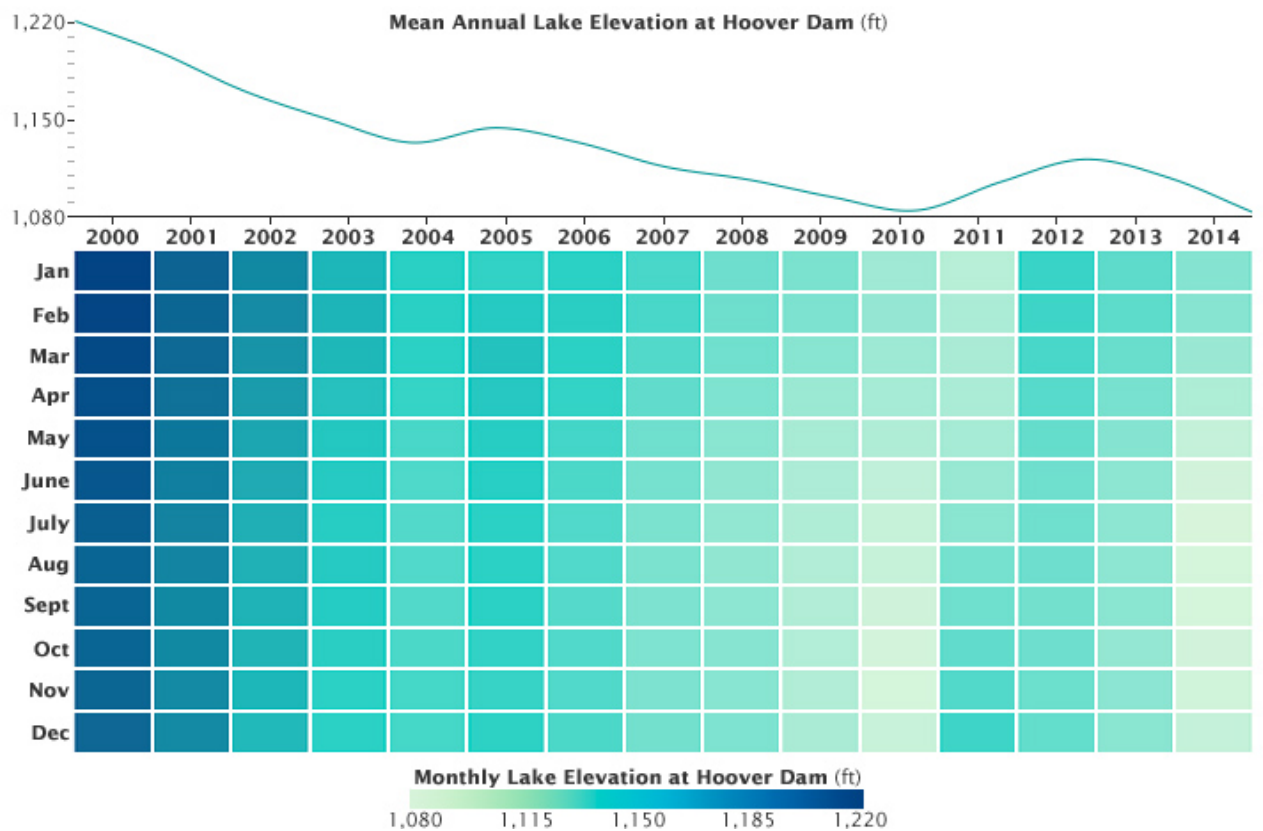


Figura 1. 7. Media anual de elevación de la presa Hoover.

Fuente: NASA, 2015 [27]

El flujo del Río Colorado desde las Montañas Rocallosas en el estado de Colorado hasta el suroeste de Estados Unidos del lago Powell al paso de los años se muestra en las siguientes imágenes (Figuras 1.8 a 1.11) [30].



Figura 1. 8. Superficie del lago Powell el 25 de Marzo de 1999.

Fuente: NASA



Figura 1. 9. Superficie del lago Powell el 1 de Mayo de 2004.

Fuente: NASA



Figura 1. 10. Superficie del lago Powell el 14 de Abril de 2015.

Fuente: NASA



Figura 1. 11. Superficie del lago Powell el 1 de Enero de 2017.

Fuente: NASA

Además, la Comisión Internacional de Límites y Aguas (IBWC, por sus siglas en inglés) establece que a partir de la vigencia del Acta 319, aplicará medidas interinas de cooperación binacional con México, y guardará agua de los agricultores mexicanos de al menos 23 mil hectáreas del Valle de Mexicali, hasta el 31 de diciembre de 2017, y posiblemente hasta el 31 de diciembre de 2025. El agua almacenada en el Lago Mead, “podrá” ser comprada por usuarios de California, Arizona y Nevada. México “podría” recibir ingresos económicos y beneficios ecológicos por la venta de esta agua lo cual será posible mientras el nivel del agua en Lago Mead sea mayor a 327.66 metros sobre el nivel del mar y México podrá tener un incremento anual siempre y cuando el nivel sea igual o superior a 348.996 msnm [31].

b) Sequía severa en la región

Actualmente California vive una larga sequía, en los siguientes mapas publicados por la NASA se comparan el nivel de agua a mediados de septiembre 2015 con los promedios de septiembre entre 1948 y 2012. La figura 1.12(a) muestra la humedad de la superficie del suelo, la figura 1.12 (b) muestra las zonas de raíces con humedad de la superficie y en la figura 1.12(c) el almacenamiento del agua en el suelo. Las regiones marcadas en tonos rojizos corresponden al percentil de humedad más bajo con un valor de 2 a 5. Figura.1.12 [32].

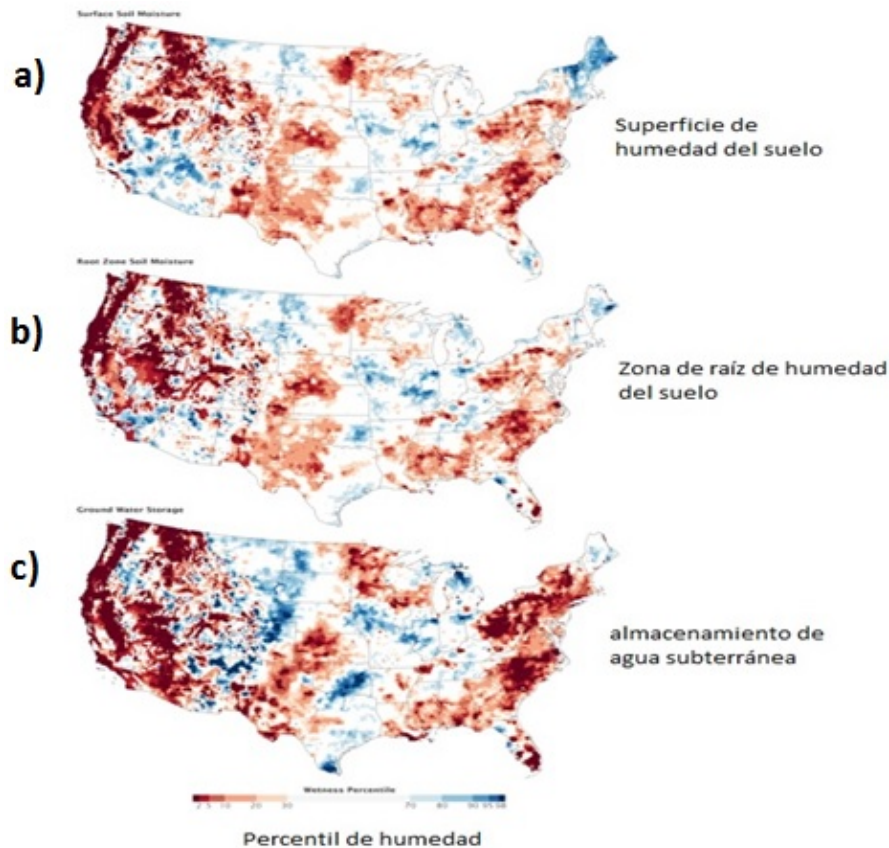


Figura 1. 12. Niveles de Sequía en California.

Fuente: NASA, 2015

Según el Monitor de Sequía en México, (ver figura 1.13) el Estado de Baja California tiene zonas de anormalmente secas, sequía moderada y severa. El municipio de Mexicali se clasifica como sequía severa [33].

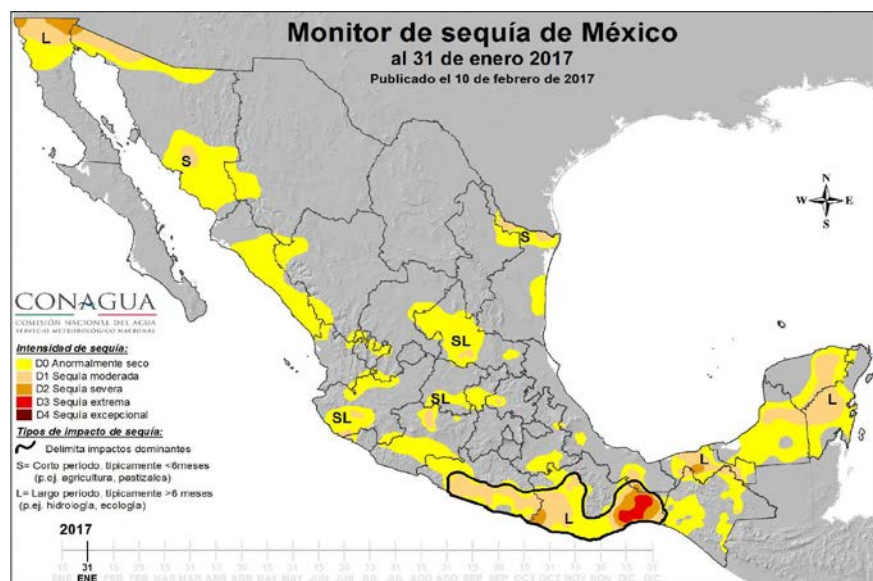


Figura 1. 13 Intensidad de sequía en Baja California.

c) Productos altamente intensivos en el uso del agua

La industria es uno de los sectores más dinámicos en la ciudad de Mexicali, ocupando el primer lugar la industria de productos alimenticios (pasteurizadoras de lácteos, embotelladoras, molinos de trigo, tortillerías, panaderías, rastros y empacadoras de carne). Adicionalmente la industria maquiladora está altamente desarrollada, siendo Mexicali el pionero en México en esta rama industrial, inicialmente con la costura. El desarrollo de la industria de transformación y la maquiladora, ha sido principalmente en el ramo de alimentos, automotriz, metalmecánica, envases de vidrio, electrónica, en el cual también se incluye la manufactura 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 [34].

El suministro de electricidad a la ciudad de Mexicali proviene de la central geotérmica de Cerro Prieto que cuenta con una capacidad instalada de producción de 720 Megawatts, de los cuales sólo genera 540 Mega watts. Existen dos plantas privadas de generación de ciclo combinado: la central eléctrica de La Rosita, propiedad de la firma norteamericana InterGen, que tiene una capacidad instalada total aproximada de 1,100 MW, así como la de Sempra Energy con una capacidad de 600 MW. El servicio privado de electricidad inicialmente estaba orientado sólo a la exportación de electricidad y su principal mercado era el estado de California, Estados Unidos. Como acuerdo inicial en la apertura de instalación de dichas plantas se acordó que cuando la demanda de la ciudad de Mexicali así lo requiriera la producción de la industria privada se utilizaría en la ciudad. La necesidad por parte de California de utilizar energías renovables, el principal mercado de estas empresas, ocasionó que ya no comprara la energía producida por ellas, esto a partir del año 2015. Los procesos de generación eléctrica en Mexicali son: Geotermia, turbo-gas diésel, ciclo combinado [35].

Los usos que las industrias dan al agua son principalmente en: Riego de áreas verdes, enfriamiento, lavandería, en cocinas, baños, y en las áreas productivas, como en procesos metalmecánicos, la incorporación de agua en un producto y/o para las necesidades de saneamiento dentro de la instalación. El agua utilizada en el sector industrial es principalmente en sus procesos productivos. Las empresas que más consumen agua son las industrias de alta tecnología [36], tales como la industria de generación de energía eléctrica, automotriz 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 sólo tocamos y usamos 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 consumimos. Se dice que es virtual porque no se encuentra presente en el producto final. En la tabla 1.7 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. 7. Agua virtual por producto, según diferentes organizaciones (l)

Producto	Agua.org.mx [37]	SEMARNAT [38]	CONAGUA [39]	Ecodes.org [40]
1 computadora		37,800		
1 Televisor		29,400		
1 kg de carne	15,455	16,000	15500	15000
1 litro de leche		1,000		1000
1 kg de papel	125		125	
355 ml Coca-Cola				200
Bolsa de papas fritas (200 gr)	185	185	185	185
250 ml de cerveza	75	75	75	75
1 rebanada de pan (30g)	40	60	40	
1 microchip (2 g)	32	32	32	

Fuente: Elaboración propia con distintos autores [37-40]

d) Bajo costo del agua

Una de las posibles causas del alto consumo de agua en la ciudad de Mexicali es su bajo costo comparado con otras ciudades del país. En la figura 1.14 se muestra el costo del agua en Mexicali, Baja California [41], [42] , [43] , [44] comparado con otras ciudades tanto del estado como fuera de él con condiciones climáticas similares. Cabe destacar que en las tarifas del estado de Baja California se incluye el costo por descargas de aguas residuales, no así en Cd. Juárez, Chihuahua [45] ni en Phoenix, Arizona [46]. Puede observarse que el costo es menor en Mexicali, lo que puede propiciar un uso desmedido.

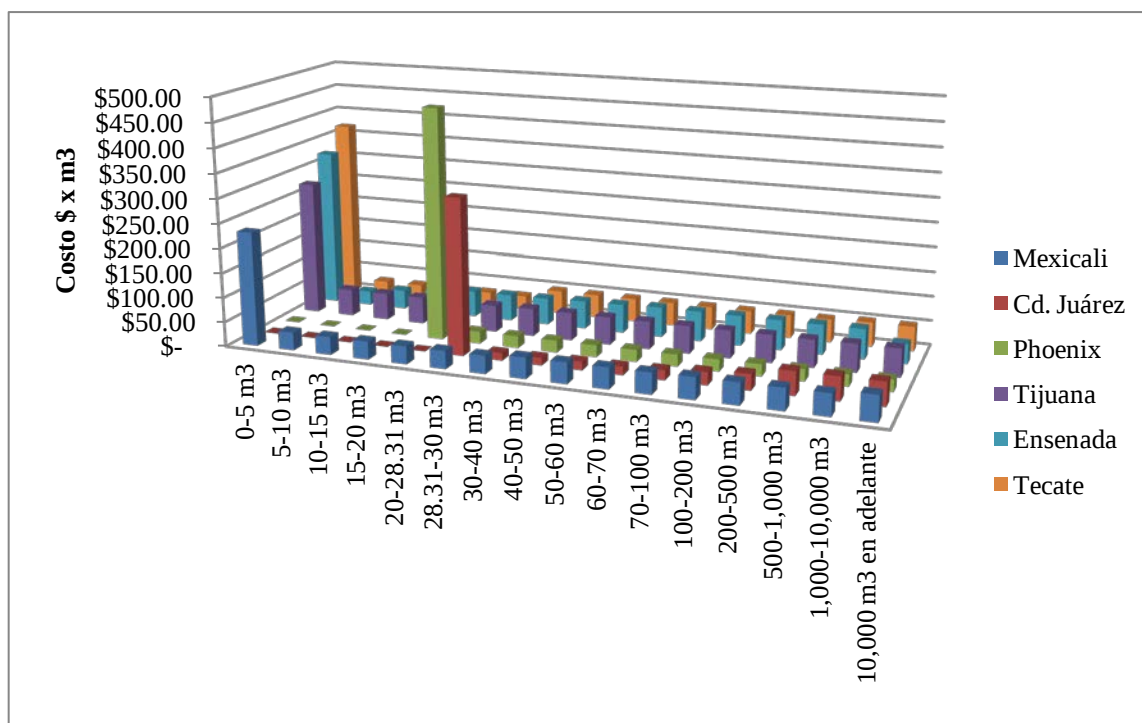


Figura 1. 14 Costo del Agua para uso industrial.

Fuente: Organismos operadores del agua de cada ciudad respectivamente.

En la tabla 1.8 se incluyen los costos de descarga de aguas residuales. Cabe mencionar que el tipo de cambio manejado para Phoenix fue de 16.5784 del día 30 de Diciembre del 2015 en el SAT. [47]

Tabla 1. 8. Costo de Descargas Residuales

Rangos m3/mes	Costo Descargas residuales	
	Cd. Juárez	Phoenix (por m³)
0-100	0	\$5.87
101-500	\$403.44	\$5.87
501-1,000	\$503.44	\$5.87
1,001-1,500	\$603.44	\$5.87
1,501-2,000	\$705.17	\$5.87
2,001-3,000	\$805.17	\$5.87
3,001-4,000	\$1,006.04	\$5.87
4,001-5,000	\$1,206.90	\$5.87
5,001-10,000	\$1,608.62	\$5.87
10,001-15,000	\$3,221.56	\$5.87
15,001-en adelante	\$4,827.59	\$5.87

En la figura 1.15 se muestra el costo del agua para el sector industrial en diferentes ciudades para un consumo mensual de 10,000 m³, donde el costo de consumo de agua en Baja California incluye el cobro por descarga residuales y otros servicios.

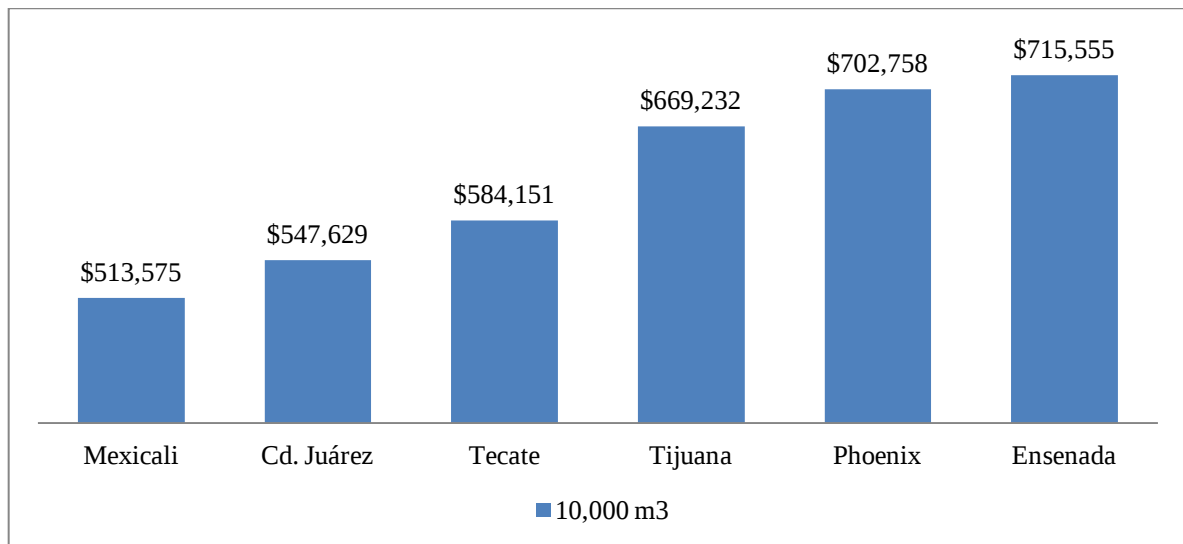


Figura 1. 15 Comparativa del costo de agua en Moneda Nacional.

El cálculo para Ciudad Juárez fue el siguiente:

$$\text{Costo Total} = \$546,020 + \$1,609 = \$547,629$$

Donde el último costo corresponde a un costo fijo de acuerdo a los m³ por descargas residuales.

En el caso de Phoenix, Az.:

Aguas Residuales

$$= (3.9278 * (\text{Costo m}^3 \text{ utilizados} * 0.3508)) + 0.1902 * \text{m}^3 \text{ utilizados}$$

$$AR = (3.9278 * (\$282,274 * 0.3508)) + 0.1902 * 10,000 \text{ m}^3 = \$420,484$$

$$\text{Costo Total} = \$282,274 + \$420,484 = \$702,758$$

Donde los factores 3.9278, 0.3508 y 0.1902 son asignados por la ciudad de Phoenix, Arizona.

Por último se amplió la búsqueda en la comparativa de costos del agua, realizándose en las siguientes ciudades: Aguascalientes, Aguascalientes [48], Mérida, Yucatán [49], Ciudad Juárez, Chihuahua [45], Mexicali, Baja California [41], Hermosillo, Sonora [50], San Francisco de Campeche [51] y Chetumal, Quintana Roo [52].

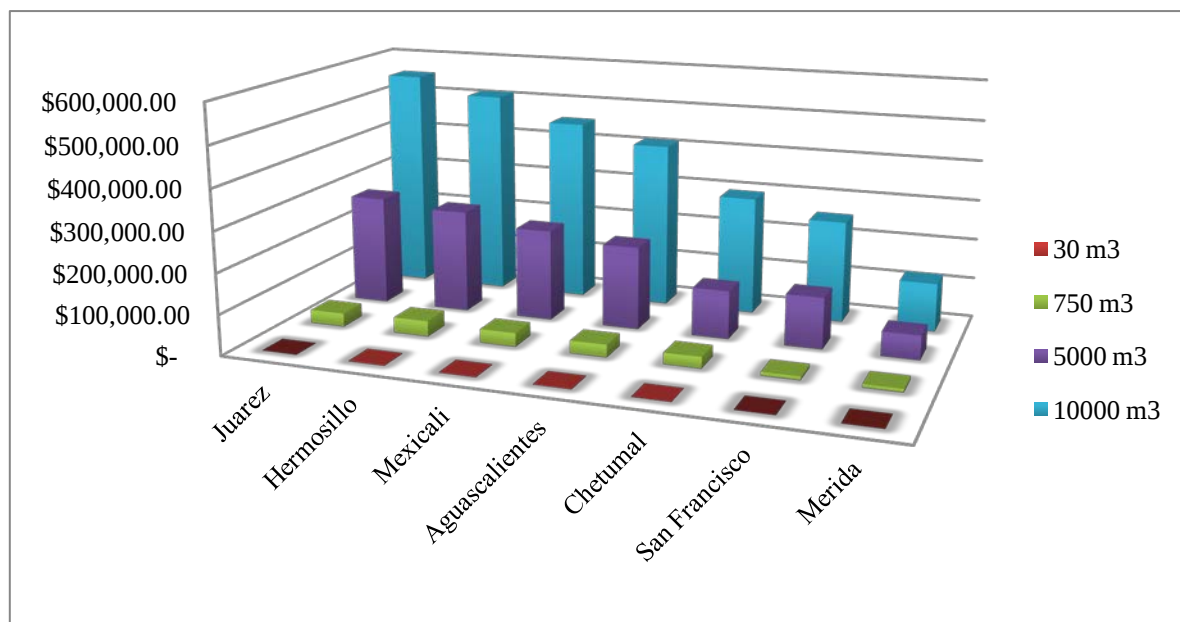


Figura 1. 16 Costo del agua para uso industrial en distintas ciudades mexicanas.

Como puede observarse en la figura 1.16, las ciudades con el costo más bajo del agua (ordenadas de menor a mayor) son Mérida, San Francisco, Chetumal, Aguascalientes, Mexicali, Hermosillo y por último con el costo más alto, Ciudad Juárez.

Además del consumo de agua se realizó un análisis de estas ciudades y su producto interno bruto del sector industrial, ya que estas ciudades analizadas su actividad productiva principal es en el sector turístico, y el objetivo de esta investigación es en el sector industrial.

De acuerdo a INEGI el producto interno bruto (PIB) cuenta con un porcentaje de participación a nivel nacional del 4% en actividades primarias, 32.9% en actividades secundarias y 63.1% para actividades terciarias [53].

Las actividades primarias incluyen todas las actividades donde los recursos naturales se aprovechan tal como se obtienen de la naturaleza, ya sea para alimento o para generar materias primas, como agricultura, ganadería y pesca; las actividades secundarias se caracterizan por el uso predominante de maquinaria y de procesos cada vez más automatizados para transformar las materias primas que se obtienen del sector primario, como industria y construcción; En las actividades terciarias no se producen bienes materiales; se reciben los productos elaborados en el sector secundario para su venta, como en el comercio, y también se incluyen los servicios y transportes.

La industria manufacturera tuvo una aportación a nivel nacional de \$2, 939,031 millones de pesos el cual representa el 17.5% de participación total, seguido del comercio con \$2, 870,265 millones de pesos y representa el 17%. El caso de la agricultura comprende un 4% de aportación con \$679,896 millones de pesos, cabe destacar que la agricultura es el sector que utiliza más recursos hídricos a nivel nacional [53].

Además de acuerdo a la producción bruta total, la participación de la industria manufacturera se encuentra en un 48.2%, comercio 10.7%, servicios privados no financieros 16.8% y resto de los sectores 24.2%. La producción bruta total es el valor de todos los bienes y servicios producidos o comercializados por la unidad económica como resultado del ejercicio de sus actividades, comprendiendo el valor de los productos elaborados, el margen bruto de comercialización, las obras ejecutadas, los ingresos por la prestación de servicios, así como el alquiler de maquinaria y equipo, y otros bienes muebles e inmuebles y el valor de los activos fijos producidos para uso propio, entre otros [54]. En la tabla 1.9 se muestra una comparación entre el producto interno bruto nacional por estado comparando la industria manufacturera y el comercio, en la cual Sonora es el estado que más aporta, seguido de Chihuahua y en tercer lugar Baja California, este estudio fue realizado para los estados de la república en los cuales se analizó la tarifa de agua potable [55].

Tabla 1. 9. Aportación al producto interno bruto nacional por estado.

Estado	Ciudad	Estado			
		Aportación de la industria manufacturera	% aportación	Aportación del comercio	% aportación
Aguascalientes	Aguascalientes	\$ 138,239,920	2.05%	\$ 17,545,115	1.17%
Baja California	Mexicali	\$ 174,584,041	2.59%	\$ 48,068,464	3.22%
Yucatán	Mérida	\$ 49,452,139	0.73%	\$ 28,373,234	1.90%
Quintana Roo	Chetumal	\$ 6,359,656	0.09%	\$ 27,101,014	1.81%
Sonora	Hermosillo	\$ 277,842,898	4.12%	\$ 50,557,382	3.38%
Chihuahua	Ciudad Juárez	\$ 185,881,387	2.76%	\$ 47,887,639	3.21%
Campeche	San Francisco	\$ 5,107,818	0.08%	\$ 10,200,974	0.68%
Resto de los estados	Resto de la república	\$ 5,908,304,187	87.59%	\$ 1,263,924,041	84.62%

Hipótesis

La aplicación de la metodología propuesta para la optimización del uso del agua en la industria mejorará la eficiencia en su consumo, contribuyendo a la conservación de la reserva hidrológica de la región.

Objetivo general

Proponer un sistema de mejora de fácil implementación y mantenimiento para el uso eficiente y ahorro de agua en la industria en Mexicali, B. C, de al menos 5% de ahorro en un periodo de un año.

Objetivos específicos

- Estudiar las diferentes metodologías que se han utilizado para lograr un uso óptimo y eficiente del agua en la industria (Estado del arte).
- Evaluar y seleccionar indicadores y criterios a utilizar en la metodología a implementar.
- Identificar a los mayores consumidores de agua en la industria de Mexicali, Baja California.
- Aplicar investigación de campo a una muestra representativa de las industrias de alto consumo de agua.
- Aplicar la metodología propuesta en un caso de estudio.
- Evaluar y analizar el costo-beneficio del caso de estudio.
- Especificar pasos de la metodología para la optimización del recurso agua en la industria en Mexicali.

En la figura 1.7 se muestra un diagrama de flujo con la metodología a seguir para el cumplimiento de los objetivos.

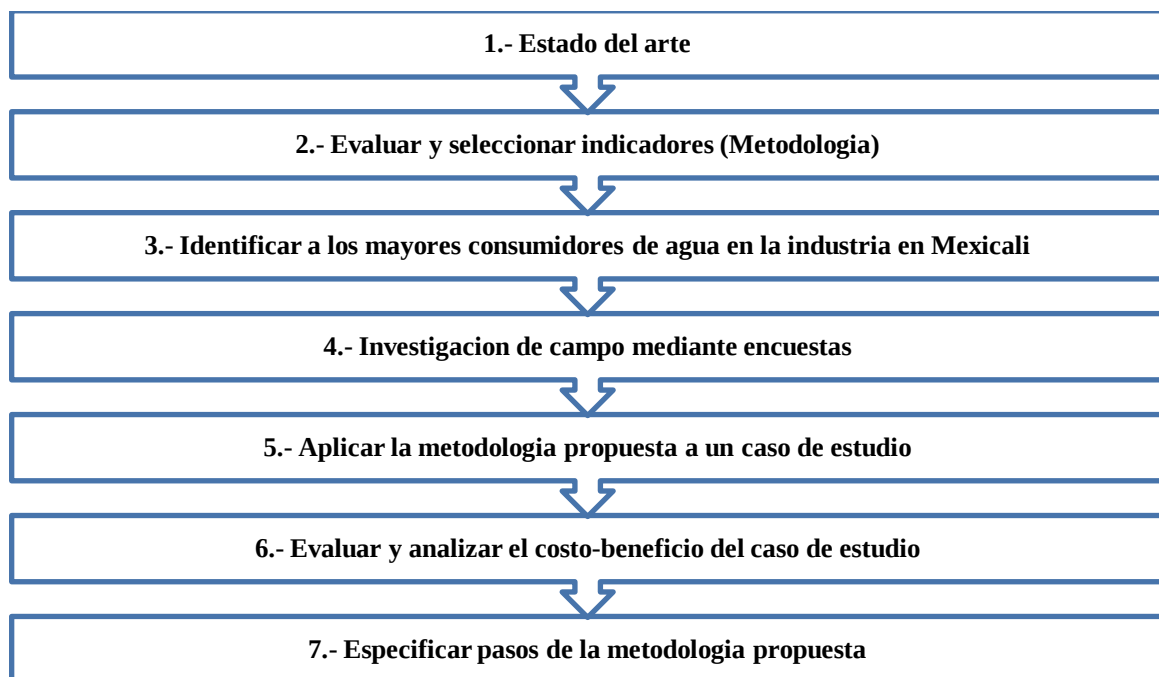


Figura 1. 17 Diagrama de flujo de objetivos específicos.

Capítulo 1. Estado del arte

En este capítulo se presentan diferentes enfoques de investigación hechos por distintos autores para resolver el problema de la eficiencia y optimización del uso agua. La revisión de literatura sirve para encontrar metodologías y herramientas utilizadas anteriormente que puedan adaptarse al caso específico de la problemática del agua en la Ciudad, buscando cumplir con nuestros objetivos y metas previamente planteadas. A continuación, se presentan los temas más significativos:

- Herramientas para análisis de procesos
- Herramientas para optimización del uso del agua.

1.1 Herramientas para análisis de procesos

En esta línea de investigación se presentan puntos de vista o propuestas de metodologías para la mejora de procesos. La metodología se refiere a la inclusión y selección de diferentes técnicas interrelacionadas que permite a los usuarios seguir una ruta de análisis para la mejora de un sistema dado. La metodología debe de ser genérica, 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, así como productos en la industria, tomando en cuenta su facilidad de aplicación cuando intervienen muchos factores en el producto, es por esto que se utilizó dicha herramienta en el análisis del agua, ya que son distintos los factores que intervienen en la utilización del agua en el sector productivo.

Ilzarbe et al 2007 [56] en su artículo “El diseño de experimentos como herramienta para la mejora de los procesos. Aplicación de la metodología al caso de una catapulta” se centran en detallar los siete pasos propuestos por Montgomery para realizar un diseño de experimentos, se centra en la planificación de la investigación como parte importante en el desarrollo de diseño de experimentos, fue aplicado en un caso de estudio de mejorar el alcance de una catapulta. Este artículo se tomó como referencia por su fácil explicación de la utilización de diseño de experimento.

Martin et al 2007 [57] demostraron la necesidad de la utilización de una técnica eficaz y práctica para la experimentación. Aunque la metodología six sigma hace hincapié en el uso de diseño de experimentos (DoE) para la experimentación, los ingenieros siguen considerando que es una técnica difícil de aplicar e interpretar. La finalidad de su investigación fue el uso de una metodología para facilitar la aplicación del DOE y sea frecuentemente utilizada en la industria.

Guevara en el año 2009 [58] propuso el diseño de una metodología para la identificación, evaluación, clasificación y análisis de pérdidas mediante un sistema de ponderaciones en el

sector productivo, propuestas de mejoras y la implementación de esta metodología en una industria. Dicha metodología se basó en los métodos, herramientas y sistemas implementados con éxito por industrias en el mundo. Los criterios de selección de estas metodologías son la facilidad de su uso, la rápida comprensión, los resultados alcanzados en industrias y la versatilidad de sus aplicaciones. Los métodos usados son: Producción limpia, control total de pérdidas, herramientas de toma de decisiones, análisis de Pareto, mantenimiento productivo total (del inglés de total productive maintenance, TPM) y Kaizen.

Navarro et al 2009 [59] utilizaron la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar). Para el análisis de datos con el uso de herramientas de control de proceso apoyándose con el software Minitab para el procesamiento y análisis de los datos. El objetivo de la investigación fue disminuir las intervenciones humanas sin justificaciones técnicas de ellas en la fabricación de vidrio. Los resultados obtenidos permitieron identificar procesos, actividades y horas del día críticos y se estableció un plan de mejoras para cada uno de ellos y se identificaron las conductas del personal que afectan en el proceso.

Pérez y Patiño en el 2011 [60] propusieron un modelo de base heurística para determinar la capacidad de las empresas manufactureras para analizar sus procesos a partir de la falla. Su elaboración se basa, entre otros, en un estudio transversal descriptivo en 30 empresas manufactureras de Colombia. El modelo es una función de 16 preguntas de un cuestionario alusivo a recolección, documentación y actualización de información relacionada con posibles eventos de falla. Para la validación, se recurre al coeficiente alfa de Cronbach (0,85) y a la comparación entre la clasificación arrojada por el modelo (alto, relativo y bajo nivel de capacidad) y la descripción de cinco características en las empresas estudiadas: antigüedad, uso de sistemas de gestión de la calidad ISO (International Organization for Standardization, en inglés) 9000, rotación de empleados, herramientas de documentación de fallas e intereses competitivos. Al abordar las empresas, en 57 % de ellas se infiere alta capacidad, en 26 % relativa y en 17 % baja; las pequeñas y medianas empresas evidencian desventajas. Con dicho modelo pueden identificarse empresas con madurez en el tema, y otras que ameritan apoyo para analizar y responder con datos y hechos a la eliminación de las causas raíz de sus problemas.

El trabajo de Llanes et al 2014 [61] consistió en argumentar el enfoque de integración basado en procesos integrados para la reconceptualización de la gestión por procesos a la gestión integrada por procesos, bajo el alcance de los sistemas integrados normalizados. Para este fin se aplican métodos para el análisis y síntesis de los conceptos analizados a partir de la revisión de la literatura especializada, el sistémico estructural funcional para abordar las cualidades de la gestión integrada por procesos y la modelación para la representación de las interacciones y agujeros negros del proceso (se interpretan como desconexiones en las interfaces funcionales, que se manifiesta luego, en un sistema de procesos no armonizado). Con el análisis desarrollado por los autores se define la gestión integrada por procesos y se identifican las interrelaciones y principales diferencias entre esta y la gestión por procesos. Finalmente se concluye que el enfoque de integración basado en los procesos integrados permite gestionar los requisitos unificados aplicables, la determinación de las interacciones y la gestión de los agujeros negros.

Villar y Ledo en el 2016 [62] determinaron las herramientas y técnicas estadísticas para el análisis de los indicadores del Sistema de Gestión de la Calidad como método para garantizar la mejora continua de la Corporación Importadora Exportadora CIMEX SA. Este estudio se centró y aplicó en la División Compras, Almacenaje y Distribución. Entre las herramientas propuestas se encuentran: diagrama causa-efecto, gráficos de control, tormenta de ideas, ploteo de datos, análisis de series cronológicas y análisis de correlación lineal. Como resultado fundamental se determinó el comportamiento de los indicadores de cada proceso facilitándose además la interpretación de estos resultados a la Dirección.

Ali y Bhaskar (2016) [63] en su artículo explicaron las herramientas básicas de investigación que se utilizan, mientras se realizan varios experimentos. El artículo incluye una breve descripción de las variables, una comprensión de las variables cuantitativas y cualitativas y las medidas de tendencia central. Se da una idea de la estimación del tamaño de la muestra, el análisis del poder y los errores estadísticos. Finalmente, hay un resumen de las pruebas paramétricos y no paramétricos utilizados para el análisis de datos. Los resultados y las conclusiones son precisos sólo si se utilizan pruebas estadísticas adecuadas. Entre las herramientas explicadas fueron ANOVA y t-student.

Las herramientas utilizadas en este trabajo de investigación fueron ANOVA, Pareto, diagrama de Ishikawa, gráficos de control y gráficos de contorno, todas estas en conjunto estructuraron la metodología propuesta, la cual en capítulos posteriores se incluyen, además de su aplicación en un caso de estudio.

1.2 Herramientas para optimización del uso del agua.

En esta línea se presentan los diferentes puntos de vista o temas de investigación referentes a la optimización de procesos utilizando diferentes herramientas. Las herramientas deben poder ser aplicables a todo tipo de industrias.

Bosnjakovic y Knoche en 1998 [64] en su estudio realizaron un análisis “pinch” en las torres de enfriamiento, este análisis consiste en la revisión del diseño de las redes de intercambiadores de calor además del análisis del caudal del agua de enfriamiento. En esta revisión se encontró la forma como se pueden aprovechar aquellas corrientes calientes y frías de una planta, para intercambiar calor entre ellas, minimizando así el uso de agua en servicios de calentamiento o enfriamiento.

Mourad et al 2001 [65] propusieron la aplicación de un control adaptable de tiempo discreto a un sistema de suministro de agua dulce. El objetivo principal de la aplicación es la de regular el flujo de agua mediante el control de la descarga de las bombas de agua. El control implementado se basó en un enfoque de control basado en ecuaciones lineales cuadráticas. Un modelo con una entrada / salida única se utilizó para fines de control. Los parámetros del modelo se calcularon en línea usando el algoritmo RLS (del inglés, Recursive-Least-Squares algorithm). Los resultados experimentales mostraron resultados favorables en el cual fueron satisfactorios los rendimientos del esquema de

control y su capacidad para controlar el proceso de distribución de agua mediante la aplicación de dicho algoritmo. Las desventajas de esto es que se debe analizar como estrategia que además de darnos una pequeña variabilidad de salida, esto no impacte en nuestra señal de entrada, ya que grandes variaciones en la descarga de la bomba ocasionan desgaste en sus motores.

Restrepo en el 2006 [66] propuso la aplicación de los principios de la producción más limpia en la industria de alimentos, la cual con su diversidad de segmentos, genera una gran cantidad de residuos y consume una gran cantidad de agua. Los principios de la producción más limpia tienen muchas aplicaciones en las industrias de alimentos, de hecho, estos principios son necesarios para asegurar la calidad y la productividad sin deteriorar el medio ambiente. Algunas estrategias para la implementación de programas de producción más limpia son cambio en los insumos, esto quiere decir desde emplear ingredientes de origen natural, el monitoreo permanente de la calidad en los insumos recibidos por los proveedores hasta el material de empaque; incorporación de nuevas tecnologías y un adecuado plan de mantenimiento. Un ejemplo de la disminución del agua en la industria es la implementación de un sistema de recirculación y la utilización de tecnología de ultrafiltración.

Oliver et al 2008 [67] presentaron un análisis de optimización para el agua en un proceso por lotes en la industria de alimentos, en la cual el agua se utiliza principalmente para la limpieza, desinfección, refrigeración y calefacción. Todas estas diferentes tareas producen aguas residuales que difieren no sólo en cantidad sino también en calidad. El análisis ofrece una alternativa eficiente para determinar el requisito mínimo de agua y el tratamiento mínimo de aguas residuales. Este análisis se realizó en conjunto con programación lineal entera, esto se utilizó para sintetizar la red de agua en los procesos por lotes. El estudio se realizó en un viñedo en San Juan, Argentina. Esta industria es la más importante de la región y ha sido históricamente una actividad artesanal y poco de ingeniería se ha aplicado. Los resultados demuestran que el ahorro de agua se puede lograr en un 30% aproximadamente, mediante el análisis “pinch”, se obtuvieron los usos y consumos de agua en el proceso de elaboración y la programación lineal se utilizó para minimizar el consumo de agua en el proceso.

Galindo et al 2008 [68] propusieron la integración de las herramientas de gestión ambiental y de calidad total al análisis complejo de procesos, para elevar el nivel de aplicación de soluciones de carácter proactivo, logrando impactos globales positivos. Esta investigación permitió el mejoramiento del desempeño técnico económico y ambiental de la industria basándose en las normas de Gestión de Calidad Total y Gestión Ambiental, ISO 9000 y 14000 respectivamente. Se identificaron los principales problemas que resultan del desempeño técnico, económico y ambiental inadecuado de la industria, a partir de la evaluación de indicadores técnicos-económicos y ambientales del proceso de producción. Se evaluaron alternativas para la solución de los mismos. Se identificaron como problemas principales la contaminación del medio por el CO₂ y la vinaza, así como la baja eficiencia y el sobreconsumo de agua en el área de fermentación. Para su aplicación se propuso el orden siguiente de alternativas: recuperación de CO₂, sistema de enfriamiento de batición en la fermentación y sistema de automatización en Mezclado, generado a partir de la evaluación

integrada de factores técnicos, económicos y ambientales. Entre las herramientas utilizadas fueron las cartas de control.

Saavedra et al 2010 [69] presentaron un estudio de modelado y análisis de un proceso continuo de elaboración de bebidas carbonatadas mediante un método multivariante basado en el enfoque 3-Way PLS (3 Way Partial Least Square Regression) basado en el algoritmo NIPALS (non linear iterative partial least squares). Como forma de contrastar la información, se utilizaron 2 herramientas de control estadístico multivariante de uso más común en la industria: gráfico T2-Hotelling y gráfico MEWMA (multivariate exponential weighted moving average). Para el análisis de los datos se utilizó Statgraphics Centurión XVI y SIMCA-P+ v12. Se analizó el comportamiento del proceso en relación a un conjunto de alteraciones tales como transiciones, detenciones no programadas, fallas, reinicios) que se registraron en un plazo de 4 meses, analizando un total de 1938 observaciones y midiendo 8 variables del proceso. Se modeló el proceso, filtrando el alto grado de autocorrelación y correlación cruzada contenida en las variables (en especial T1, T2 y T3), logrando determinar las variables responsables del comportamiento del proceso ordenado como lotes secuenciales. De esta forma se evaluó el efecto y grado de alteración que esto causó en el patrón de variabilidad y en el producto final.

Dante en el 2009 [70] mediante la aplicación de kaizen en una empresa embotelladora, se utilizaron herramientas básicas de calidad, como lo son los histogramas, los diagramas causa efecto, entre otras, para la mejora de los indicadores de desempeño y con el círculo de Deming se encuentran nuevos resultados, todo esto aplicado al área productiva.

El punto de interés en mi tema de investigación es utilizar algunas de dichas herramientas para la optimización del uso del agua. En la metodología propuesta y su aplicación se utilizaron diagramas de causa-efecto, análisis del proceso mediante histogramas y la utilización del diagrama de Pareto.

Prabhakar et al 2009 [71] aplicaron la metodología six sigma para la industria de generación eléctrica. Como el uso de agua desmineralizada es muy caro, un ajuste en el tratamiento de agua desmineralizada es requerido para compensar las pérdidas ocurridas en el ciclo de vapor de agua debido a la evaporación, las puestas en marcha, paradas de operación y ventilación. Su objetivo fue reducir el consumo de agua desmineralizada utilizando herramientas estadísticas como el histograma y el diagrama causa-efecto.

Chen et al 2009 [72] propusieron en su artículo aumentar la eficiencia en el uso del agua a través del análisis de las fugas de agua presentadas en una escuela, mediante la aplicación de la metodología six sigma. Un diagrama de análisis de pérdida de fugas es desarrollado de acuerdo con la evaluación de fugas y los índices de estabilidad con el fin de facilitar la aplicación del proceso de evaluación. Estos dos índices se utilizan para proponer un índice total pérdida de fugas para la evaluación de la calidad de los resultados de la evaluación y la mejora de la eficiencia de evaluación. El modelo propuesto en esta investigación puede proporcionar directrices para escuelas y oficinas a implementar las mejoras y evaluar la eficiencia de implementar las mejoras para lograr ahorros de energía.

Jianren en el 2010 [73], desarrolló en su investigación aplicando programación lineal para la optimización de una red de suministro de agua en los procesos en una industria. Mediante un enfoque de integración de procesos se puede reducir tanto el consumo de agua como la generación de efluentes por la reutilización de agua.

El modelo matemático de programación lineal para el diseño de la red de agua tuvo como objetivo alcanzar los consumos mínimos de agua. El agua descargada de cada unidad, así como la alimentación de nueva aportación se consideran como fuentes de agua, mientras que las unidades que aceptan el agua se consideran como sumideros. El método combina los procesos que utilizan agua con operaciones de tratamiento de agua en una sola red. Incorporación de todas las configuraciones de red hidráulica, tipos de fuente de agua, el modelo se formula como una programación lineal (LP) con limitaciones de caudal y la concentración, que luego se optimiza mediante el uso del software LINGO. El estudio de caso fue en una fábrica de papel en el cual se obtuvo una reducción del 18% del uso de agua dulce y se obtuvo la red óptima de agua.

Ortiz et al 2010 [74] presentaron la aplicación de las cartas de control para el análisis del flujo de vapor en las calderas de un ingenio azucarero. Realizaron el análisis del comportamiento de cuatro calderas que eran el área de interés, mediante una comparación de cartas de control $\bar{x} - S$, las cuales no arrojaron resultados convincentes, por lo cual se optó por cartas de control para mediciones individuales las cuales arrojaron como resultado que las calderas no se encontraban bajo control, la finalidad de este estudio fue que el superintendente del área conozca el comportamiento de éste e identifique las áreas de oportunidad para las mejoras del mismo.

Martin et al 2011 [75] propusieron la optimización del consumo de agua en una planta de bioetanol. Para esto fue utilizada una metodología que consta de tres fases. Primero, el consumo de energía se optimizó en los procesos de producción, lo que reduce las necesidades de refrigeración de los procesos y por lo tanto, el agua que se pierde por evaporación y se envía a la torre de enfriamiento. Segunda fase, una serie de tecnologías se consideraron para sustituir parcialmente el uso de agua como agente de enfriamiento. Por último, las redes de agua óptimas para cada uno de los procesos de producción de etanol son diseñados para determinar el consumo de agua, reutilización, reciclaje y el enfoque al tratamiento necesario para la optimización de la superestructura. Las tasas de consumo de agua resultantes van de 1.5 a 3 gal, que están en el rango o incluso por debajo de la cantidad de agua necesaria para la producción de gasolina y con poca o ninguna descarga de agua en función del proceso. Una mayor reducción se pudo obtener haciendo hincapié en el uso de la refrigeración por aire y si el agua liberada de la cosecha se puede recuperar y se trata adecuadamente. En estas condiciones las tasas de consumo de agua van desde 0.6 hasta 1.7 l gal y con nula o baja descarga de agua.

Guzmán et al 2011 [76] propusieron mediante un modelo de ecuaciones simultáneas compuesto de dos ecuaciones de demanda y dos identidades, utilizando datos estadísticos de 1980 a 2009 de la ciudad de Guanajuato para determinar los factores que afectan el consumo de agua en el sector urbano e industrial. Donde los resultados obtenidos demostraron que el sector urbano es más insensible en los cambios en los precios, en comparación con el industrial.

Ortiz y Caicedo en el 2012 [77] diseñaron el plan óptimo de producción en una planta embotelladora de gaseosas, donde se identificaron las restricciones del sistema productivo para el desarrollo de un modelo matemático, siguiendo la metodología de la investigación de operaciones, específicamente la técnica de programación lineal, en conjunto con la teoría de restricciones. Como resultado se obtuvieron las cantidades óptimas de fabricación al menor costo para el período seleccionado (junio del 2011). Además, el estudio permitió evidenciar una capacidad productiva no utilizada, a partir de lo cual se identificaron escenarios y oportunidades para el aprovechamiento de sus recursos. El modelo matemático, que representa el plan óptimo de producción, se puede implementar en plantas embotelladoras de gaseosas que presenten las mismas características del caso de estudio considerado en este artículo.

Mandahawi et al 2012 [78] presentaron un estudio de la mejora de procesos aplicada a una empresa de fabricación de papel basada en una metodología personalizada de Lean Six Sigma, más específicamente, el DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar). Se utiliza esta metodología de gestión de proyectos y diversas herramientas lean para agilizar los procesos y mejorar la productividad. Dos medidas de rendimiento a saber, son tasa de producción y eficacia general del equipo (OEE, por sus siglas en inglés) para evaluar el rendimiento de la impresión de las máquinas de corte y antes y después del ciclo DMAIC. Los resultados obtenidos indican que el incremento de la tasa de producción de las máquinas de impresión fue de un 5% y para las máquinas de corte del 10%. Por otra parte, la OEE para las máquinas de impresión y corte se ha incrementado en un 21.6% y 48.45%, respectivamente.

Moretti et al (2015) [79] propusieron como enfoque explorar los factores de capacitación en el uso del agua sustentable. De acuerdo a esto plantean las siguientes hipótesis:

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 sustentable del agua

Hipótesis 2: El entrenamiento afecta en la eficiencia técnica y del empleado

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

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

Chen et al 2015 [80] presentaron en su artículo una herramienta de evaluación que es adecuado para la situación actual de producción de los productos industriales, es decir, una herramienta de gestión del agua de los productos industriales mediante indicadores, que incluyo 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 el uso de indicadores 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.

Kigsirisin et al 2016 [81] propusieron un método mediante herramientas de ingeniería industrial para enfrentar los problemas de pérdida de agua por averías en equipos en la plantas de tratamiento de agua, además de la pérdida durante el proceso de producción de agua. El método propuesto para resolver estos problemas fue poner en práctica la estrategia ocho pilares (EPS), uno de estrategia de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para reducir las averías del equipo, disminuir la pérdida de agua y mejorar la efectividad del equipo. Tasa de fracaso (FR), disponibilidad (A), la eficiencia de rendimiento (PE), la tasa de calidad (QR) se determinaron mediante la evaluación de la efectividad del equipo a través eficacia general del equipo (OEE).

También se evaluaron para encontrar la eficacia de todo el equipo/planta a través de la efectividad de equipamiento de la red (NEE). En este estudio, las máquinas del clorador cada una agrupada en pareja 1 y 2, y 3 y 4 de la Planta de Tratamiento de Aguas de Mahasawat (MHS) fueron considerados como caso de estudio para la práctica de la estrategia de ocho pilares. La reducción de la tasa de fracaso y el aumento de la disponibilidad, la eficacia de rendimiento y la tasa de calidad esto dio como resultado después de practicar la estrategia de ocho pilares en los cloradores. Afectan a una mayor eficacia general del equipo y efectividad de equipamiento de la red en todas las fases de pareja. Como consecuencia, los cloradores fueron capaces de funcionar de forma continua durante más tiempo con una alta eficiencia. La planta también puede producir mayor cantidad de agua calificando a los clientes mediante la supervisión del proceso de tratamiento de agua final a través del Costo Beneficio.

1.3 Otros estudios

En esta sección se presentan trabajos de investigación que no encajan en ninguna de las secciones anteriores pero que son relevantes con respecto a la aportación del tema de investigación referente a gestión y optimización de recursos hídricos.

Gil Samaniego y Campbell en el 2010 [82] en su artículo presentaron la evaluación del consumo de energía eléctrica de los sistemas de bombeo del acueducto Rio Colorado-Tijuana mediante la utilización del programa PSAT. El programa es una herramienta eficaz para evaluar y cuantificar oportunidades de ahorro de energía en sistemas de bombeo. Para su utilización requiere como información básica datos de diseño de la bomba, el fluido y el motor, así como el perfil de operación y los costos unitarios de la energía eléctrica. El programa como resultado arroja los ahorros potenciales y los valores óptimos de operación para el acueducto, además del impacto ambiental en la reducción de gases de efecto invernadero, además del impacto económico que este tendría.

Tapia et al 2011 [83] propusieron el análisis económico del canal independencia, del distrito de riego 14, esto mediante un análisis por sector del consumo de agua, costos

operativos y de mantenimiento del canal y un análisis productivo del agua, desde el punto de vista económico, este valor se calculó con los ingresos netos entre el consumo de agua en metros cúbicos, este análisis se realizó para el trigo, alfalfa y algodón. Como conclusión se llegó a que se requiere sembrar cosechas más productivas y que consumen menor cantidad de agua como es el cebollín.

POPOV et al 2014 [84] propusieron en esta investigación un sistema de suministro de agua existente, cuyo objetivo principal fue garantizar el volumen necesario de agua que se utiliza para cubrir las necesidades tecnológicas de una empresa concreta. El proceso de trabajo del sistema se puede dividir en dos etapas: (1) el transporte de agua de los pozos exhaustivos al tanque "buffer" (100 m³), cuya función fue la de compensar la diferencia entre el caudal total asegurada por las bombas de perforación (nivel I) y el caudal tomada por las bombas en el nivel II; (2) el transporte de agua a los dos tanques principales, cada uno de los cuales tiene una capacidad de 2.000 m³.

Para el sistema de suministro de agua investigado se garantizaron diferentes combinaciones de bombas (nivel I y II) que operaban juntas. En la cual hubo cuatro variantes, que se utilizaron para el establecimiento de cuatro problemas de optimización diferentes, y para encontrar una solución de cada uno de ellos un algoritmo genético fue utilizado. Los parámetros de entrada seleccionados del algoritmo genético son la velocidad de flujo, el coeficiente de eficiencia y el cabezal para cada una de las bombas (para la combinación dada), la densidad del fluido y la aceleración de la gravedad. En cuanto a los parámetros de salida se seleccionaron el tiempo de trabajo y el mínimo consumo de energía. De acuerdo con los resultados encontrados en esta investigación, una combinación de bombas trabajando juntas, para asegurar el uso mínimo de energía para producir el volumen requerido de agua, consistió con el tiempo de trabajo, que se les fue dado.

Rios et al 2016 [85] realizaron un análisis de factibilidad y de productiva física y económica del trigo en Ensenada y el Valle de Mexicali, 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.

Capítulo 2. Marco teórico

En esta sección se presentan los tópicos que son el fundamento para el establecimiento del esquema que se propone. Las sub-secciones que se incluyen son: Importancia del agua, agua virtual, huella hídrica, normatividad en México para el uso del agua e introducción y herramientas de Ingeniería industrial.

2.1 Importancia del agua

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 [86].

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 [87]:

- Agua potable: es agua que puede ser consumida por personas y animales sin riesgo de contraer enfermedades.
- Agua salada: agua en la que la concentración de sales es relativamente alta (más de 10 000 mg/l).
- Agua salobre: agua que contiene sal en una proporción significativamente menor que el agua marina. La concentración del total de sales disueltas está generalmente comprendida entre 1000 - 10 000 mg/l. Este tipo de agua no está contenida entre las categorías de agua salada y agua dulce.
- Agua dulce: agua natural con una baja concentración de sales, generalmente considerada adecuada, previo tratamiento, para producir agua potable.
- Agua dura: agua que contiene un gran número de iones positivos. La dureza está determinada por el número de átomos de calcio y magnesio presentes. El jabón generalmente se disuelve mal en las aguas duras.
- Agua blanda: agua sin dureza significativa.
- Aguas negras: agua de abastecimiento de una comunidad después de haber sido contaminada por diversos usos. Puede ser una combinación de residuos, líquidos o en suspensión, de tipo doméstico, municipal e industrial, junto con las aguas subterráneas, superficiales y de lluvia que puedan estar presentes.
- Aguas grises: aguas domésticas residuales compuestas por agua de lavar procedente de la cocina, cuarto de baño, fregaderos y lavaderos.
- 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.

- Aguas residuales municipales: residuos líquidos originados por una comunidad, formados posiblemente por aguas residuales domésticas o descargas industriales.
- Agua bruta: agua que no ha recibido tratamiento de ningún tipo o agua que entra en una planta para su tratamiento.
- 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 superficial: toda agua natural abierta a la atmósfera, como la de ríos, lagos, reservorios, charcas, corrientes, océanos, mares, estuarios y humedales.

Del total del agua distribuida en nuestro planeta, cerca del 97% no es utilizable de forma directa para el consumo humano, debido a que se encuentra en los mares y océanos; entonces, el porcentaje restante, es decir 3%, sería la reserva utilizable de agua dulce.

El ciclo del agua inicia su recorrido en los mares y sube en forma de vapor a la atmósfera; de la atmósfera, regresa a la tierra, y de ahí a los mares u océanos, lo que permite un equilibrio.

Ante esta situación, describiremos las fases que comprenden este ciclo [88]:

- Evaporación: Ocurre cuando los diferentes cuerpos de agua se calientan y da inicio con ello un proceso de evaporación producto de la energía solar, quedando en condiciones de ser transportadas las moléculas de agua o vapor de agua a las capas superiores de la atmósfera por la acción del viento.
- Transpiración: Es elemental recordar que las plantas ocupan grandes cantidades de agua para llevar a cabo sus funciones, y regresan a la atmósfera una parte importante de líquido a través del proceso de transpiración, que regula la temperatura en los organismos y en las plantas como transporte de nutrientes. El agua almacenada en las plantas se difunde por medio de sus membranas y entra a la atmósfera como vapor de agua.
- Condensación: El vapor de agua se enfría, se condensa en gotas y forma las nubes
- Precipitación: Las gotas de agua van aumentando de volumen, y el aire pierde la capacidad de retenerlas y se precipitan en forma de lluvia, nieve o granizo hacia la tierra y océanos. La cantidad de lluvia que se distribuye en la tierra es irregular, como consecuencia de los distintos factores bióticos y abióticos.

¿Por qué hay personas que creen que no se tiene dicha crisis? Ya que la crisis no se experimenta igual en todas partes, hay ciudades donde no se tiene un servicio constante y relativamente limpio, como en el caso de Ensenada, B.C. donde el abasto no es lo suficiente para todos sus habitantes y se tienen recortes en diferentes sectores. En el caso de Mexicali, B.C. no se ha tenido de problemas de recorte ya que se cuenta con disponibilidad y la cual con frecuencia se usa de manera poco eficaz.

2.2 Agua Virtual y Huella Hídrica

El agua es un recurso natural de vital importancia ya que no sólo la consumimos al beberla, preparar alimentos, asearnos, lavar ropa, entre otras actividades. La mayor cantidad del agua que utilizamos se encuentra en los productos y servicios que usamos 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 [89].

En 1998, Allan define al Agua Virtual como el volumen total de agua utilizada de forma directa e indirecta para elaborar un producto.

El concepto de agua virtual dio lugar al término Huella Hídrica (HH) que es un indicador de toda el agua que utilizamos en nuestra vida diaria; para producir nuestra comida, en procesos industriales y generación de energía, así como la que ensuciamos y contaminamos a través de esos mismos procesos [90].

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

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, podemos 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.

Así pues, la HH no sólo se refiere a volumen contenido de agua de cada producto, sino a un indicador multidimensional que hace explícito el lugar de origen, la fuente o color y el momento en que el agua es utilizada y regresada al lugar de origen o bien a otro lugar.

La HH considera únicamente el agua dulce y se conforma de 4 componentes básicos:

- Volumen.
- Color del agua.
- Lugar de origen del agua.
- 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.

La HH considera el lugar de donde proviene el agua y, en función de ello, la clasifica en 3 tipos o colores: azul, verde y gris:

- Agua azul: Se refiere a la que se encuentra en los cuerpos de agua superficial (ríos, lagos, esteros, etc.) y subterráneos; es decir la extracción de agua superficial y subterránea de determinada cuenca. Es decir, si el agua utilizada regresa intacta al mismo lugar del que se tomó dentro de un tiempo breve, no se toma en cuenta como HH.
- Agua verde: Es el agua de lluvia almacenada en el suelo como humedad. Particularmente el uso de agua de lluvia ocupada durante el flujo de la evapotranspiración del suelo que se utiliza en agricultura y producción forestal.
- Agua gris: Es toda el agua contaminada durante un proceso. Sin embargo, esta no es un indicador de la cantidad de agua contaminada, sino de la cantidad de agua dulce necesaria para asimilar la carga de contaminantes dadas las concentraciones naturales conocidas de éstos y los estándares locales de calidad del agua vigentes.

La suma del agua verde, el agua azul y el agua gris que requiere un producto o servicio dentro de todo el proceso de elaboración será su huella hídrica.

¿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.
- La HH de una persona se obtiene de sumar la HH de todos los productos, bienes y servicios que consume y utiliza.
- La HH de producción de un país se obtiene de sumar el agua verde, azul y gris en todos sus procesos productivos agropecuarios, así como el agua azul y gris de los industriales y domésticos.
- La HH de consumo de un país es lo que produce para consumir (quitando las exportaciones), y lo que importa para consumo.
- La HH externa es la proporción del consumo de un país que fue producido en otro país.
- Transferencias de Agua Virtual: El contenido de agua virtual transferido a otros países mediante el comercio de productos.

2.3 Usos de agua en la industria

“El desarrollo sustentable 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 sustentable, en el informe Brundtland, “Our Common Future”, publicado en 1987. Luego de ese informe quedó establecida la definición y el término desarrollo sustentable. En la actualidad el World Commission on Environment and Development de las Naciones Unidas adoptó esta definición para desarrollo sustentable [91].

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 sustentable. 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 explotar 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.

En la actualidad, en la XXI Conferencia Internacional sobre Cambio Climático que se celebró en París del 30 de Noviembre al 11 de Diciembre del 2015, 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.

Ahora bien, de los 27 principios relacionados con la sustentabilidad, los siguientes abordan el tema de preservación y conservación del uso del agua son [91]:

Principio 1

Los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible. Tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.

Principio 2

De conformidad con la Carta de las Naciones Unidas y los principios del derecho internacional, los Estados tienen el derecho soberano de aprovechar sus propios recursos según sus propias políticas ambientales y de desarrollo, y la responsabilidad de velar por

que las actividades realizadas dentro de su jurisdicción o bajo su control no causen daños al medio ambiente de otros Estados o de zonas que estén fuera de los límites de la jurisdicción nacional.

Principio 3

El derecho al desarrollo debe ejercerse en forma tal que responda equitativamente a las necesidades de desarrollo y ambientales de las generaciones presentes y futuras.

Principio 4

A fin de alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y no podrá considerarse en forma aislada.

Principio 6

Se deberá dar especial prioridad a la situación y las necesidades especiales de los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados y los más vulnerables desde el punto de vista ambiental. En las medidas internacionales que se adopten con respecto al medio ambiente y al desarrollo también se deberían tener en cuenta los intereses y las necesidades de todos los países.

Principio 7

Los Estados deberán cooperar con espíritu de solidaridad mundial para conservar, proteger y restablecer la salud y la integridad del ecosistema de la Tierra. En vista de que han contribuido en distinta medida a la degradación del medio ambiente mundial, los Estados tienen responsabilidades comunes pero diferenciadas. Los países desarrollados reconocen la responsabilidad que les cabe en la búsqueda internacional del desarrollo sostenible, en vista de las presiones que sus sociedades ejercen en el medio ambiente mundial y de las tecnologías y los recursos financieros de que disponen.

Principio 8

Para alcanzar el desarrollo sostenible y una mejor calidad de vida para todas las personas, los Estados deberían reducir y eliminar las modalidades de producción y consumo insostenibles y fomentar políticas demográficas apropiadas.

Principio 9

Los Estados deberían cooperar en el fortalecimiento de su propia capacidad de lograr el desarrollo sostenible, aumentando el saber científico mediante el intercambio de conocimientos científicos y tecnológicos, e intensificando el desarrollo, la adaptación, la difusión y la transferencia de tecnologías, entre estas, tecnologías nuevas e innovadoras.

Principio 10

El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda. En el plano nacional, toda persona deberá tener acceso adecuado a la información sobre el medio ambiente de que dispongan las autoridades públicas, incluida la información sobre los materiales y las actividades que encierran peligro en sus comunidades, así como la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones. Los Estados deberán facilitar y fomentar la sensibilización y la participación de la población poniendo la información a disposición de todos. Deberá proporcionarse acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos, entre éstos el resarcimiento de daños y los recursos pertinentes.

Principio 11

Los Estados deberán promulgar leyes eficaces sobre el medio ambiente. Las normas, los objetivos de ordenación y las prioridades ambientales deberían reflejar el contexto ambiental y de desarrollo al que se aplican. Las normas aplicadas por algunos países pueden resultar inadecuadas y representar un costo social y económico injustificado para otros países, en particular los países en desarrollo.

Principio 12

Los Estados deberían cooperar en la promoción de un sistema económico internacional favorable y abierto que llevara al crecimiento económico y el desarrollo sostenible de todos los países, a fin de abordar en mejor forma los problemas de la degradación ambiental. Las medidas de política comercial con fines ambientales no deberían constituir un medio de discriminación arbitraria o injustificable ni una restricción velada del comercio internacional. Se debería evitar tomar medidas unilaterales para solucionar los problemas ambientales que se producen fuera de la jurisdicción del país importador. Las medidas destinadas a tratar los problemas ambientales transfronterizos o mundiales deberían, en la medida de lo posible, basarse en un consenso internacional.

Principio 13

Los Estados deberán desarrollar la legislación nacional relativa a la responsabilidad y la indemnización respecto de las víctimas de la contaminación y otros daños ambientales. Los Estados deberán cooperar asimismo de manera expedita y más decidida en la elaboración de nuevas leyes internacionales sobre responsabilidad e indemnización por los efectos adversos de los daños ambientales causados por las actividades realizadas dentro de su jurisdicción, o bajo su control, en zonas situadas fuera de su jurisdicción.

Principio 14

Los Estados deberían cooperar efectivamente para desalentar o evitar la reubicación y la transferencia a otros Estados de cualesquiera actividades y sustancias que causen degradación ambiental grave o se consideren nocivas para la salud humana.

Principio 15

Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente.

Principio 16

Las autoridades nacionales deberían procurar fomentar la internalización de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos, teniendo en cuenta el criterio de que el que contamina debe, en principio, cargar con los costos de la contaminación, teniendo debidamente en cuenta el interés público y sin distorsionar el comercio ni las inversiones internacionales.

Principio 17

Deberá emprenderse una evaluación del impacto ambiental, en calidad de instrumento nacional, respecto de cualquier actividad propuesta que probablemente haya de producir un impacto negativo considerable en el medio ambiente y que esté sujeta a la decisión de una autoridad nacional competente.

Principio 18

Los Estados deberán notificar inmediatamente a otros Estados de los desastres naturales u otras situaciones de emergencia que puedan producir efectos nocivos súbitos en el medio ambiente de esos Estados. La comunidad internacional deberá hacer todo lo posible por ayudar a los Estados que resulten afectados.

Principio 19

Los Estados deberán proporcionar la información pertinente y notificar previamente y en forma oportuna a los Estados que posiblemente resulten afectados por actividades que puedan tener considerables efectos ambientales transfronterizos adversos, y deberán celebrar consultas con esos Estados en una fecha temprana y de buena fe.

Principio 23

Deben protegerse el medio ambiente y los recursos naturales de los pueblos sometidos a opresión, dominación y ocupación.

Principio 25

La paz, el desarrollo y la protección del medio ambiente son interdependientes e inseparables.

Principio 26

Los Estados deberán resolver pacíficamente todas sus controversias sobre el medio ambiente por medios que corresponda con arreglo a la Carta de las Naciones Unidas.

Principio 27

Los Estados y las personas deberán cooperar de buena fe y con espíritu de solidaridad en la aplicación de los principios consagrados en esta Declaración y en el ulterior desarrollo del derecho internacional en la esfera del desarrollo sostenible.

Ahora bien, ¿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” [91].

2.4 Normatividad en México para el uso del agua

La normatividad es el conjunto de reglas o leyes que se encargan de regir el comportamiento adecuado de las personas en una sociedad, dentro de la cual influyen diversos factores en las personas para poderlas acatarlas y respetarlas como son la moral y la ética principalmente [92].

La normatividad más importante en el uso de agua en México puede ser resumida en la tabla 3.1 [93].

A nivel federal el principal instrumento normativo que incluye aspectos relacionados con la eficiencia en el uso del agua en la vivienda es la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, seguida y complementada por leyes federales como la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y la NOM-011 de CONAGUA de conservación del recurso agua.

La constitución mexicana establece el derecho de las personas al acceso de agua en condiciones adecuadas, y el papel del Estado como garante de este derecho. En la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente se señala que se debe promover el ahorro y uso eficiente del agua, el tratamiento de aguas residuales y su reutilización con el fin asegurar la disponibilidad del agua y abatir los niveles de desperdicio. La Ley de Aguas Nacionales tiene como principal objetivo regular la explotación, uso o aprovechamiento de aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Tabla 3. 1. Normatividad en materia del uso del agua en México.

	Ley o Reglamento	Fecha de publicación
Nivel Federal	CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS	Publicada el 5 de febrero de 1917 y reformada el 15 de septiembre de 2017.
	LEY DE AGUAS NACIONALES	Publicada el 1 de diciembre de 1992 y reformada el 24 de marzo de 2016.
	LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE	Publicada el 28 de enero de 1988 y reformada el 24 de enero de 2017.
	NOM-011-CONAGUA-2015 - Conservación del recurso agua. Especificaciones y método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.	Publicada el 17 de abril de 2002 y reformada el 23 de julio del 2014.
Nivel Estatal	REGLAMENTO INTERNO DE LA COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA DE BAJA CALIFORNIA	Publicada el 1 de septiembre de 2006.
	Ley de Fomento a la Cultura del Cuidado del Agua para el Estado de Baja California	Publicada el 22 de marzo de 2013 y reformada el 29 de julio del 2016.
Nivel Municipal	REGLAMENTO INTERNO DE LA COMISIÓN ESTATAL DE SERVICIOS PÚBLICOS DE MEXICALI	Publicado el 6 de octubre de 1995 y reformada el 26 de octubre del 2015.

A nivel Estatal, el Reglamento Interno de la Comisión Estatal del Agua de Baja California tiene como funciones principales, definir, de acuerdo con la normatividad vigente en la materia, los mecanismos de otorgamiento y control de concesiones del recurso Agua, a personas morales legalmente constituidas en el contexto estatal; definir las directrices para la determinación de las cuotas y tarifas de conformidad con lo establecido en la Ley de Agua, cuando preste los servicios públicos y proponer los lineamientos para elaborar los programas que tengan por objeto el Desarrollo de una cultura hidráulica y propicien la preservación, el uso eficiente y la calidad del agua. Además, los objetivos principales de la Ley de Fomento a la Cultura del Cuidado del Agua para el Estado de Baja California son diseñar, difundir y ejecutar el Programa Estatal de Fomento al Cuidado y Uso Racional del Agua, en conjunto con el Instituto Estatal de Planeación; promover campañas permanentes para concientizar y sensibilizar sobre el cuidado y uso racional del agua en las entidades públicas y privadas; realizar los diagnósticos necesarios a fin de identificar las condiciones de consumo del agua y el uso racional de la misma; desarrollar e implementar políticas estatales relacionadas con el cuidado y uso racional del agua. A nivel municipal de igual manera se encuentra con el Reglamento Interno de la Comisión estatal de Servicios Públicos de Mexicali. Su objetivo fundamental es establecer las condiciones de consumo, además de políticas relacionadas con el cuidado y uso racional del agua.

Ahora bien, estas normativas no contemplan límites en consumo ni sanciones al mal manejo de agua, se contemplan sanciones en el daño al ecosistema, al salirse del límite de contaminantes permisibles.

2.5 Herramientas de Ingeniería Industrial para la optimización del uso del agua

En esta sección se abordan temas que son fundamentales en el esquema propuesto para la solución y análisis de la problemática. En el análisis hecho en el capítulo 1, se encontró el uso de herramientas de ingeniería industrial para la optimización del uso del agua, pero fue aplicada a un sector específico, fue por esto que se decidió aplicar en la investigación herramientas como six sigma, diagramas de Ishikawa, entre otros. Su utilidad para inferir soluciones y su practicidad en su aplicación, son los motivos por el cual fueron seleccionadas las siguientes herramientas que se describen a continuación:

2.5.1 Six Sigma

Es una metodología de mejora y solución de problemas complejos que fue desarrollada a partir de una tesis doctoral del doctor Mikel Harry en la que tomó conceptos de administración por calidad total así como mecanismos de solución de problemas y los convirtió en una poderosa manera de hacer más rentables a las empresas mediante la disminución de la variación en los procesos y los productos [94].

Six Sigma tiene varias definiciones:

- Es una métrica que permite medir cualquier proceso y compararlo con cualquier otro.
- Es una metodología de mejora que sirve para disminuir drásticamente la variación.
- Es un sistema de dirección para lograr el liderazgo en los negocios y el máximo desempeño.

Cuando las variaciones se miden estadísticamente, la desviación estándar representa la variación de los datos respecto al promedio y se representa con la letra griega sigma.
¿Para qué se implementa Six Sigma?

Las siguientes son algunas de las utilidades de aplicar six sigma:

- Asegurar la calidad en cada puesto de trabajo.
- Permite crear una infraestructura de personas capaces de mejorar la calidad.
- Permite establecer una filosofía de trabajo y una estrategia de negocio.
- Mejora significativamente la calidad de los productos y servicios.
- Asegura la permanencia de los negocios y aumenta la rentabilidad.
- Permite el desarrollo de productos y procesos robustos.
- Asegura un entendimiento claro de los requerimientos del cliente.

¿Cuándo se utiliza Six Sigma?

- Cuando queremos reducir la variabilidad en los procesos, es decir, mejorar el nivel de cumplimiento de las especificaciones del cliente si presentan una variación que se ha salido de control.
- Cuando los niveles de calidad no satisfacen las expectativas del cliente y la variación existente obliga a mejorar el desempeño del proceso.

Características de Six Sigma.

- Se establece una estructura de capacitación.
- El enfoque de aplicación es proactivo.
- Se utiliza una metodología estructurada con herramientas diversas.
- Se trabaja sobre las variables clave del proceso.
- El principio es trabajar sobre las características críticas de calidad.
- La calidad se genera en los procesos y no en las inspecciones.
- Las salidas de los procesos están en función de las entradas.

Procedimiento para implementar Six Sigma [94].

Six Sigma utiliza una metodología llamada DMAIC (siglas en inglés de Define, Measure, Analyze, Improve, Control) que consiste en:

- Definir: Se define el proyecto a realizar.
- Medir: Se obtienen datos y mediciones.
- Analizar: Se analizan los datos y se convierten en información.
- Mejorar: Se llevan a cabo acciones para mejorar.
- Controlar: Se verifica que se sostengan las mejoras.

Definir.

En la etapa inicial de un proyecto se presenta la definición, la cual describe el objetivo, la justificación, el alcance, los recursos, el equipo asignado y un programa preliminar del proyecto.

Esta etapa es la más importante porque es donde se establece el fundamento de la ejecución del proyecto.

Herramientas que se utilizan en la etapa de definición (según sean necesarias).

En la selección del proyecto.

- Diagramas matriciales y matrices de priorización para seleccionar proyectos que estén alineados con las metas y los objetivos.
- Diagramas de Pareto para identificar oportunidades significativas.
- Mapas de procesos como medio visuales para definir procesos e identificar oportunidades.
- Diagrama SIPOC para identificar actividades en los procesos, entradas y salidas clave, clientes y proveedores.

En la calendarización del proyecto.

- Gráficas de Gantt para comprender el programa y controlar los avances del proyecto.
- Análisis de PERT para determinar la ruta crítica.

Medir.

El propósito de la etapa de medición es entender el estado actual del proceso y recolectar datos confiables sobre calidad, costo y velocidad.

Actividades por realizar.

- Conocer la voz del cliente.
- Determinar las entradas y salidas críticas del proceso.
- Conocer a fondo el proceso.
- Obtener datos del proceso.
- Establecer métricos para una línea base.
- Evaluar el sistema de medición.
- Validar el objetivo y el alcance del proyecto.

Herramientas que se utilizan en la etapa de medición (según sean necesarias).

En la definición del proceso.

- Diagramas de flujo y mapas de proceso para conocer a fondo el proceso y definir el nivel de proceso al que se trabajara en el proyecto.
- Técnicas de muestreo para recolectar los datos necesarios.
- Mapa de necesidades para conocer los datos necesarios.
- QFD (Quality Function Deployment) para priorizar requerimientos técnicos.
- Modelo de Kano para entender, analizar y clasificar los requerimientos de nuestros clientes de acuerdo con su prioridad.

En la estimación de la línea base.

- Gráficas de control para investigar la estabilidad del proceso y evaluar su capacidad.
- Histogramas para desplegar las salidas relativas al proceso.
- Intervalos de confianza de la media y proporciones para estimar el desempeño del proceso cuando no se encuentra estadísticamente bajo control.
- Gráficas de probabilidad para verificar la distribución del proceso.
- OEE (Efectividad Total de Equipos) para conocerla efectividad total.
- Nivel sigma para establecer la probabilidad de fallar.

En el análisis del sistema de medición.

- Estudios R & R para cuantificar el error de medición asociado con el equipo, el personal y los procedimientos.
- Análisis de regresión y linealidad para entender el error de medición.

Analizar.

El propósito de la etapa de análisis es evaluar la estabilidad y capacidad del proceso para producir dentro de las especificaciones, así como establecer las causas raíz que están generando la variación.

Actividades por realizar.

- Determinar las fuentes de variación.
- Identificar el cuello de botella del proceso.
- Analizar las causas raíz.

Herramientas que se utilizan en la etapa de análisis (según sean necesarias).

En el análisis de la cadena de valor.

- Mapeo de la cadena de valor para conocer a fondo los procesos y validar las actividades que agregan valor.
- Diagramas de flujo para identificar todas las actividades que intervienen en el proceso.
- Diagrama Spaghetti para identificar movimientos innecesarios de material o de personal.
- Análisis de mudas para identificar y eliminar desperdicios.

En el análisis del proceso.

- Diagramas Ishikawa para identificar relaciones de causa y efecto.
- Intervalos de confianza para comprobar hipótesis planteadas.
- AMEF (análisis del modo y efecto de fallas) para identificar fallas potenciales en el proceso y/o producto.
- Pruebas de hipótesis para comparar muestras de diferentes condiciones.
- Diseño de experimentos para detectar factores y niveles de variación.
- Gráficos de control para diferenciar causas comunes de causas especiales de variación.
- Histogramas para desplegar gráficamente las salidas de los procesos.
- Gráficas de multivariantes para categorizar la variación e interrelación de factores.
- Gráficas de Pareto para enfocar las oportunidades.
- Árboles de realidad para entender las relaciones causa-efecto de situaciones diversas.
- Cpk para evaluar la capacidad del proceso.

Mejorar.

El propósito de la etapa de mejora es implementar los cambios que sean necesarios para mejorar el proceso.

Actividades por realizar.

- Determinar las condiciones del proceso mejorado.
- Calcular los beneficios de las mejoras propuestas.
- Investigar los modos de falla para el nuevo proceso.

- Implementar y verificar las mejoras del proceso.

Determinar las condiciones operativas.

- Mapa futuro de la cadena de valor para conocer los procesos mejorados.
- Análisis PERT para verificar la reducción del tiempo de ciclo.
- Diagrama spaghetti para identificar mejoras en movimientos de material o de personal.
- Simulación del proceso para conocer el comportamiento de los cambios.

Herramientas Lean.

- 5's para eliminar actividades que no agregan valor.
- Flujo continuo para reducir tiempos de ciclo.
- Nivelación para balancear procesos.
- SMED para reducir el tiempo de ciclo.
- TPM para lograr la máxima efectividad de los equipos.
- Kanban para establecer flujo.

Mejorar las condiciones operativas.

- Matrices de priorización para asegurar que las soluciones estén alineadas con las necesidades de los clientes.
- Gráficas Box-Whisker para comparar gráficamente el antes y el después.
- Diagramas causa-efecto para generar una cadena de supuestos que afecten la solución identificada.
- Diseño de experimentos, análisis de regresión, análisis residual y gráficas de interacción para determinar dónde está la máxima o mínima respuesta esperada.

Controlar.

El propósito de la etapa de control es estandarizar los nuevos métodos y asegurar que se mantengan las mejoras logradas.

Actividades por realizar.

- Documentar el proceso mejorado.
- Verificar continuamente el impacto de las mejoras.
- Verificar que se mantengan las mejoras.
- Establecer métodos de control.

Herramientas que se utilizan en la etapa de control (según sean necesarias).

- Gráficos de control para observar variaciones en el proceso.
- Análisis de modo y efecto de falla para documentar fallas potenciales y prevenirlas.
- Plan de control para documentar los controles y minimizar la variación del proceso.
- Diagramas de flujo para identificar todas las actividades que intervienen en el proceso.
- Capacitación para que todos entiendan y apliquen nuevos métodos.
- Documentación estándar para tener referencias documentadas.

2.5.2 Diagrama de Ishikawa

El Diagrama de Ishikawa se conoce también por los nombres de diagrama de espina de pescado o diagrama de causa-efecto. La herramienta fue concebida por el licenciado en química japonés el Dr. Kaoru Ishikawa en el año 1943. Es una herramienta útil en el análisis de problemas. Especialmente si sabemos combinarlas con otras herramientas creativas como la **lluvia de ideas o brainstorming** y **los cinco porqués de Toyota** [95].

La técnica consiste en:

- 1) En la cabeza del pescado escribimos el efecto o síntoma que pretendemos analizar. La espina central del pescado, agrupará las causas que de acuerdo a nuestro análisis producen dicho efecto.
- 2) Las diferentes categorías en que podemos agrupar las causas conforman las espinas que se desprenden de la horizontal principal. Escribimos el nombre de la categoría en el extremo de cada nueva línea.
- 3) Cada causa concreta que se vaya encontrando (simplemente mediante la reflexión o mediante sesiones conjuntas de brainstorming) se va añadiendo en la categoría apropiada.

Cada punto anterior se presenta en la figura 3.1, mostrando un ejemplo de un diagrama de Ishikawa. Algo que cabe aclarar es que esta herramienta es usada en la fase de análisis, no se utiliza en la etapa de resolución de problemas.

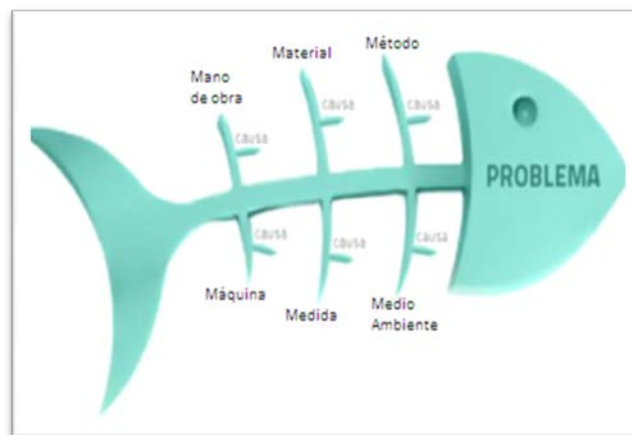


Figura 3. 1 Diagrama de Ishikawa [96].

Capítulo 3. Materiales y métodos

Los pasos realizados en este estudio fueron en primer lugar consultar, revisar y seleccionar distintos artículos de diferentes autores relacionados con el tema de análisis. De dicha investigación se seleccionaron las herramientas adecuadas para proponer una nueva metodología que se adapte a las características de la industria en Mexicali. Enseguida se analizó el panorama del consumo de agua en la industria de Mexicali y se identificaron los giros productivos que son los mayores consumidores de agua, y se encontraron las coincidencias en los procesos mediante una investigación de campo, la cual se detalla en el capítulo 5. Después se aplicó la metodología propuesta a un caso de estudio en una empresa embotelladora de bebidas carbonatadas y se generalizó su aplicación a otros giros industriales. Lo anterior se resume en el diagrama de flujo mostrado en la figura 4.1.

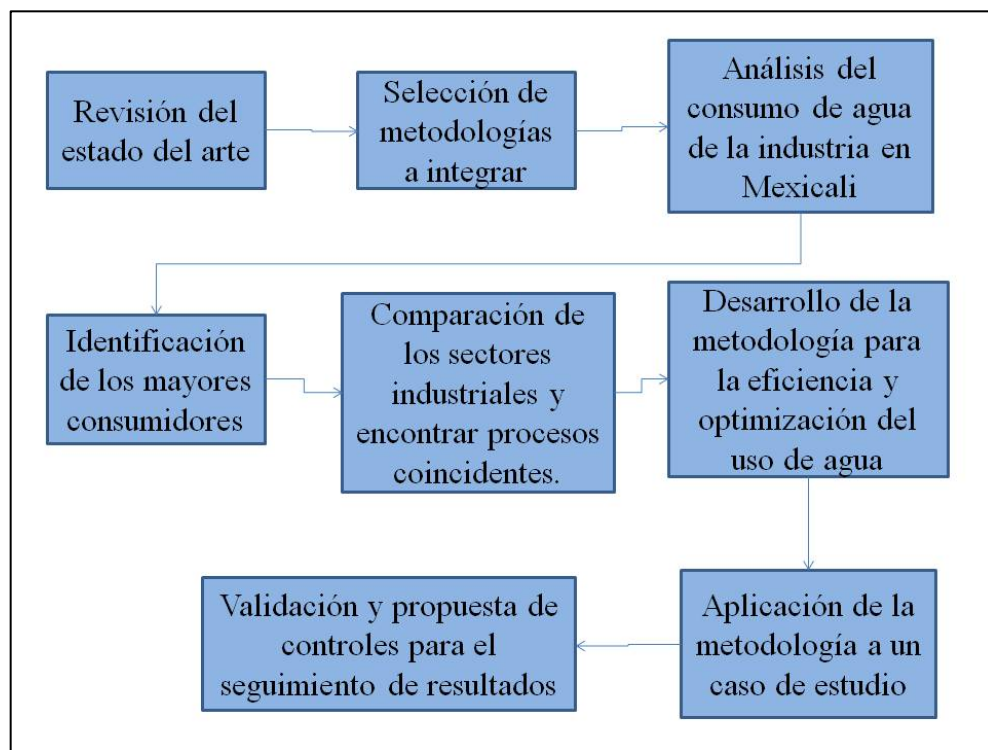


Figura 4. 1. Plan de trabajo para alcance de objetivo.

3.1 Selección de metodologías a integrar

En base a la revisión de la literatura, la línea principal de investigación seguida en este trabajo de tesis fue “herramientas para optimización del uso del agua”, no obstante, otras líneas de investigación identificadas fueron utilizadas como apoyo en la elaboración del esquema tales como “herramientas para análisis de procesos” y “otros estudios”.

Como puede observarse en la revisión de la literatura de la línea “Herramientas para optimización del uso del agua” presentada en el Capítulo 1 “Estado del Arte”, hay muy

pocos análisis sobre esta línea y los trabajos encontrados tienen puntos débiles. En ellos sólo contemplan un sector de la industria para su optimización, además de la aplicación de una sola herramienta y no es de uso general. En los siguientes párrafos se hace un análisis de los trabajos publicados sobre el tema.

Guevara, Ángela [58] propuso el diseño de una metodología para la identificación, evaluación, clasificación, análisis de pérdidas, propuestas de mejoras y su implementación de esta metodología en una industria. Dicha metodología se basó en los métodos, herramientas y sistemas implementados con éxito por industrias en el mundo. Los criterios de selección de estas metodologías son la facilidad de su uso, la rápida comprensión, los resultados alcanzados en industrias y la versatilidad de sus aplicaciones. Los métodos usados son: Producción limpia, control total de pérdidas, herramientas de toma de decisiones, análisis de Pareto, mantenimiento productivo total (TPM, por sus siglas en inglés) y Kaizen.

La metodología antes mencionada, se aplicó para procesos productivos, en el caso de la presente investigación se realizó para la mejora de los recursos hídricos, tomando como punto de partida su procedimiento y adaptándola en conjunto con la metodología DMAIC, de la cual se utiliza el procedimiento para la aplicación de diseño de experimentos.

En el artículo “Manufacturing industries need design of experiments (DoE) [57] se muestra el uso de una metodología para facilitar la aplicación del diseño de experimentos, esta se utilizó por ser una herramienta efectiva para entender y optimizar los procesos. Además de su facilidad para aplicar su análisis simultáneamente a distintos factores.

Ríos y sus colegas en su artículo “Eficiencia y productividad del agua de riego en trigo (*Triticum vulgare*) de Ensenada y Valle de Mexicali” [97] plantearon la eficiencia como la cantidad de agua utilizada por una unidad de producto.

En esta investigación la eficiencia se manejó como indicador de intensidad del uso de agua. El indicador de intensidad del uso de agua se calculó a través de la siguiente fórmula en la ecuación 1.

$$Y = \frac{\sum \text{Entrada Principal}}{\sum \text{Cantidad de unidades producida}} = \frac{(m^3)}{u} \quad (1)$$

Dónde:

Y= Intensidad del uso del agua = Unidades de agua consumida por una unidad producida.

Entrada principal: Es la sumatoria del volumen de agua que entra al sistema de producción suministrado por el organismo operador, o bien proveniente de pozo o canal en un mes calendario.

Cantidad de unidades producidas: Es la producción mensual, en la cual sus unidades pueden ser litros, kilogramos, piezas, MWh, etc.

Además se utilizó una ecuación para el cálculo de la productividad física del agua.

La ecuación 2 se refiere a cuantas unidades son producidas por un metro cubico de agua por mes, donde las unidades pueden ser en kilogramos, piezas, cajas, litros, MW-h, etc.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Produccion mensual}}{\text{Volumen de agua mensual}} \quad (2)$$

Dónde:

Y= Productividad del uso del agua = Unidades producidas por una unidad de agua consumida.

Producción mensual: Es la producción de un producto o servicio, en la cual sus unidades pueden ser litros, kilogramos, piezas, MW-h, etc.

Volumen de agua mensual: Es la sumatoria del volumen de agua que entra al sistema de producción suministrado por el organismo operador, o bien proveniente de pozo o canal.

En base a las publicaciones seleccionadas, se recopiló un conjunto de herramientas para su integración y elaboración de una nueva metodología para la eficiencia y optimización del uso del agua en la industria.

3.2 Análisis del consumo de agua de la industria en Mexicali

De acuerdo al censo económico realizado por INEGI en 2014 en Baja California, el sector con mayor consumo de agua es la industria manufacturera con el 47.39%, seguido con un 13.31% el comercio al por menor. Dicha comparativa entre sectores se realizó en miles de pesos del consumo de agua. Se compararon los censos del 2009 y 2014 donde se obtuvo un incremento de las unidades económicas que se incorporaron al padrón, no se integra al análisis el sector residencial. Cabe mencionar, que del censo 2009 al 2014 se tienen discrepancias en los datos del sector 22 referente a energía eléctrica, esto se menciona por parte de INEGI, que la cantidad de unidades económicas disminuyó de un censo al otro, además que por protección de datos no se mencionaron la cantidad de unidades económicas del censo del 2009, es por esto las discrepancias de los datos.

Tabla 4. 1 Consumo de agua por sector industrial y de servicios en Baja California.

Denominación	Censos Económicos 2014			Censos Económicos 2009			Promedio
	Unidades económicas	Consumo de agua	Porcentaje	Unidades económicas	Consumo de agua	Porcentaje	
		miles de pesos			miles de pesos		
Baja California	95,882	1,742,660	100.00%	80,380	2,092,593	100.00%	100.00%
Sector 11 Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	269	3,176	0.18%	280	2,040	0.10%	0.14%
Sector 21 Minería	33	606	0.03%	38	249	0.01%	0.02%
Sector 22 Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	8	34,112	1.96%	*	806,413	38.54%	20.25%
Sector 23 Construcción	527	14,595	0.84%	566	81,526	3.90%	2.37%
Sector 31-33 Industrias manufactureras	7,320	825,878	47.39%	5,993	475,995	22.75%	35.07%
Sector 43 Comercio al por mayor	3,218	96,822	5.56%	2,775	69,048	3.30%	4.43%
Sector 46 Comercio al por menor	38,284	231,981	13.31%	33,105	298,467	14.26%	13.79%
Sector 48-49 Transportes, correos y almacenamiento	801	19,835	1.14%	660	14,867	0.71%	0.92%
Sector 51 Información en medios masivos	230	2,793	0.16%	281	4,209	0.20%	0.18%
Sector 52 Servicios financieros y de seguros	1,073	4,654	0.27%	846	2,527	0.12%	0.19%
Sector 53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	2,200	26,030	1.49%	1,945	25,679	1.23%	1.36%
Sector 54 Servicios profesionales, científicos y técnicos	3,196	10,821	0.62%	2,900	9,707	0.46%	0.54%
Sector 55 Corporativos	3	0	0.00%	*	0	0.00%	0.00%
Sector 56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación	2,300	22,071	1.27%	1,933	10,488	0.50%	0.88%
Sector 61 Servicios educativos	1,370	100,439	5.76%	1,217	26,113	1.25%	3.51%
Sector 62 Servicios de salud y de asistencia social	6,388	39,731	2.28%	5,486	27,521	1.32%	1.80%
Sector 71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	1,014	23,532	1.35%	657	17,969	0.86%	1.10%
Sector 72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	10,297	192,664	11.06%	7,826	142,676	6.82%	8.94%
Sector 81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales	17,351	92,920	5.33%	13,860	77,099	3.68%	4.51%

Fuente: INEGI, 2015

Tomando como base que la industria manufacturera es el mayor consumidor del sector industrial en Baja California, se analizan los siguientes datos del consumo de agua en Mexicali, Baja California.

Los datos en la tabla 4.2 fueron proporcionados por el jefe de metrología y control ambiental de la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali (CESPM), mediante una entrevista el 4 de mayo del 2016. De los datos en la tabla se tiene que el sector con mayor consumo de agua en Mexicali es el de generación de energía eléctrica, seguido de alimentos y bebidas; como dato adicional se tiene por empresa manufacturera como mayor consumidor a Papelera San Francisco. Cabe mencionar que en la tabla 4.1 son datos proporcionados por INEGI del estado de Baja California y en la tabla 4.2 fueron mediante entrevista a funcionario del organismo operador de agua en la ciudad.

Tabla 4. 2 Consumo de agua de la industria manufacturera en Mexicali.

Giro	Unidades Económicas	Promedio empleados	Consumo promedio al mes de agua (m3)	Observaciones
Termoeléctrica "La Rosita"	1	Sin datos	600,000	
Termoeléctrica de Mexicali	1	Sin datos	450,000	
Empaques y embalajes	18	1,900	120,000	Solo se proporcionó el dato de Papelera San Francisco consumo 120,000 al mes.
Alimentos y Bebidas	17	4,943	25,000	En este análisis no se incluye la cervecería que está próxima a iniciar operaciones se estima un consumo de 3 a 5 millones anuales, en la segunda fase del proyecto se esperan hasta 27 millones anuales.
Rastro	4	1,470	10,000	
Vidrio	4	2,300	10,000	
Automotriz	18	7,664	7,000	
Otras	44	60	5,000	Solo se cuenta con el dato de la cementera.
Aeroespacial	15	7,109	3,000	Se tienen consumo alto en estas empresas por los servicios sanitarios en promedio se gastan 30 litros/día/empleado
Electrónica	40	30,104	3,000	Se tienen consumo alto en estas empresas por los servicios sanitarios en promedio se gastan 30 litros/día/empleado
Metalmecánica	33	6,955	3,000	Se tienen consumo alto en estas empresas por los servicios sanitarios en promedio se gastan 30 litros/día/empleado
Plástico	16	4,113	1,500	
Total	211			

Fuente: Información por comunicación verbal, CESPM, 2016

El uso del agua en Mexicali, está regulado por CONAGUA, CESPM y CEABC, el organigrama de estas dependencias se encuentra en la figura 4.2. La planeación y coordinación de las acciones para que la población cuente con la infraestructura además de encargarse de que se cumplan las normas establecidas, es de carácter estatal.

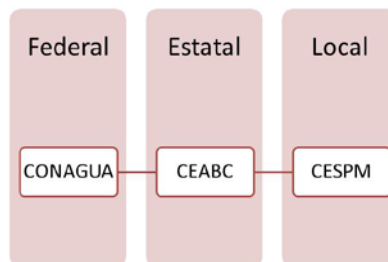


Figura 4. 2. Dependencias relacionadas con el uso del agua.

I. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917. Última reforma publicada DOF 13-10-2011. Fundamenta en el artículo 27 los tipos de cuerpos de agua y las condiciones para que las aguas sean consideradas como federales, y en el artículo 115 faculta a los municipios la prestación de servicios de agua potable, alcantarillado, saneamiento y deja en manos del nivel federal lo relacionado con la explotación, uso, aprovechamiento, distribución y control de las aguas consideradas nacionales.

II. Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. Publicada en el Diario Oficial de la Federación 2 de febrero de 1977. Última reforma publicada el 17 de junio de 2009. Reglamenta y regula que se cumpla las leyes de aguas nacionales, además de la gestión de las cuencas y demás depósitos su manejo y la gestión de las descargas de aguas residuales. Además de los permisos otorgados a organismos extranjeros para su explotación. En conclusión, regula toda el área administrativa de la gestión del uso del agua.

III. Ley de Aguas Nacionales. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1º de diciembre de 1992. Última reforma publicada DOF 20-06-2011. Esta ley es reglamentaria del artículo 27 de la constitución política. En esta ley se estipulan las condiciones para hacer uso del recurso y tiene como objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de la cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. De igual manera estipula los costos por descargas residuales, además del costo por consumo de agua potable.

IV. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de enero de 1994. Última reforma publicada DOF 24-05-2011. Rige los derechos de explotación y uso, además de la gestión administrativa, planes y programas hídricos, los títulos de concesión y calidad del agua.

V. Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006. Estipula la organización y competencia, además de las facultades y alcances que cuenta el organismo.

VI. Reglas de Organización y Operación del Registro Público de Derechos de Agua. Publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 6 de diciembre de 2002. Gestiona la administración y reglas de operación de los títulos de concesión de uso de agua y descargas residuales

VII. Ley Federal de Derechos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de diciembre de 1981. Últimas reformas publicadas el 18 de noviembre de 2010. Rige principalmente los derechos del uso del agua y sus costos por el uso de este recurso.

En la ley federal de derechos se determina el costo por la utilización del agua, que se determina en base a la zona de disponibilidad, Mexicali está catalogada como zona 4, esto de acuerdo a CONAGUA [98]. Los costos de aguas subterráneas y superficiales para las zonas de disponibilidad de la república mexicana se tienen en la tabla 4.3 mostrada a continuación.

Tabla 4. 3 Costo de aguas subterráneas y superficiales (pesos por m³)

Zona de disponibilidad	Aguas superficiales (\$/m³)	Aguas subterráneas (\$/m³)
1	\$14.7090	\$19.8199
2	\$6.7716	\$7.6719
3	\$2.2203	\$2.6713
4	\$1.6978	\$1.9418

El pago de derechos por consumo de agua se rige mediante la ley de derechos, artículo 225 a 231. Donde se establece que los usuarios deberán contar con aparatos de medición los cuales serán instalados directamente por CONAGUA, los pagos se realizarán trimestralmente y efectuarán su pago a más tardar el último día hábil de los meses de enero, abril, julio y octubre.

En caso de no contar con medidor se les cobrará la cuarta parte del volumen asignado en el título de concesión, en caso de que esté descompuesto el medidor se les cobrará el promedio de los últimos cuatro trimestres.

Esto solo contempla el costo por consumo de agua, el costo por descargas residuales, se establece en el artículo 277-B, el cual dice lo siguiente: El monto del derecho a pagar se determinará aplicando al volumen descargado durante el trimestre las siguientes cuotas por cada metro cúbico, según corresponda:

II. Por la descarga que realicen las personas físicas y morales distintas a las señaladas en la fracción I de este artículo, atendiendo al tipo de cuerpo receptor aplicarán. (Tabla 4.4)

Tabla 4. 4 Costo de descargas residuales

Cuerpos receptores		
Tipo A	Tipo B	Tipo C
\$14.48	\$21.29	\$31.94

Los permisos públicos de extracción de agua otorgados a la industria de Mexicali, Baja California se tienen en la tabla 4.5 [99], en esta tabla solo se incluyen las empresas que utilizan agua por medio de CONAGUA, los usuarios de CESPMP no está considerados.

Tabla 4. 5 Títulos de concesión de uso de aguas

Empresa	Volumen (m³/año)	Región Hidrológica	Fuente
Compañía Siderúrgica De California, S.A. De C.V.	931,947.00	7 - Río Colorado	Canal Independencia
Comisión Federal De Electricidad	30,849,873.00	7 - Río Colorado	Acuífero Valle de Mexicali
Comisión Federal De Electricidad	77,089,920.00	7 - Río Colorado	Acuífero Valle de Mexicali
Comisión Federal De Electricidad (Residencia General De Cerro Prieto)	83,573,441.55	7 - Río Colorado	Acuífero Valle de Mexicali
Fábrica De Papel San Francisco, S.A. De C.V.	1,214,120.00	7 - Río Colorado	Toma Granja 0+750 Del Ramal 0+740 Del Sublat .52+144 Del Lateral 14+390
Fevisa Industrial, S.A. De C.V.	51,775.00	7 - Río Colorado	Canal Reforma
Gasoducto Rosarito, S. De R.L. De C.V.	27,073.00	7 - Río Colorado	Acuífero Valle de Mexicali
Harinera De Maíz De Mexicali, S.A. De C.V.	200,000.00	7 - Río Colorado	Canal Independencia
Hielo Estrella Del Valle, S.A. De C.V.	120,000.00	7 - Río Colorado	Acuífero Valle de Mexicali
Minera Real De Ángeles, S.A. De C.V.	870,656.00	4 - Baja California Noreste	Acuífero Valle de Mexicali
Nutrimentos Mexicanos, S.A. De C.V.	145,600.00	7 - Río Colorado	Canal Independencia
Servicios Textiles De Baja California, S.A De C.V.	52,072.00	7 - Río Colorado	Canal Reforma
Sukarne Producción, S.A De C.V.	186,389.00	7 - Río Colorado	
Tecniagua Del Valle, S. De R.L. De C.V.	18,116.00	7 - Río Colorado	Acuífero Valle de Mexicali
Termec Hielo, S. De R.L. De C.V.	91,625.90	7 - Río Colorado	Acuífero Valle de Mexicali
Zahorí, S.A. De C.V.	31,200.00	7 - Río Colorado	Canal Reforma
Vidrio Y Cristal Del Noroeste, S.A. De C.V.	90,244.60	7 - Río Colorado	Acuífero Valle de Mexicali

Fuente: CONAGUA, 2016 [99]

3.3 Identificación de los mayores consumidores de agua en la industria de Mexicali, Baja California

De los datos obtenidos, de un total de 212 empresas, los mayores consumidores de agua se resumen en la siguiente figura:

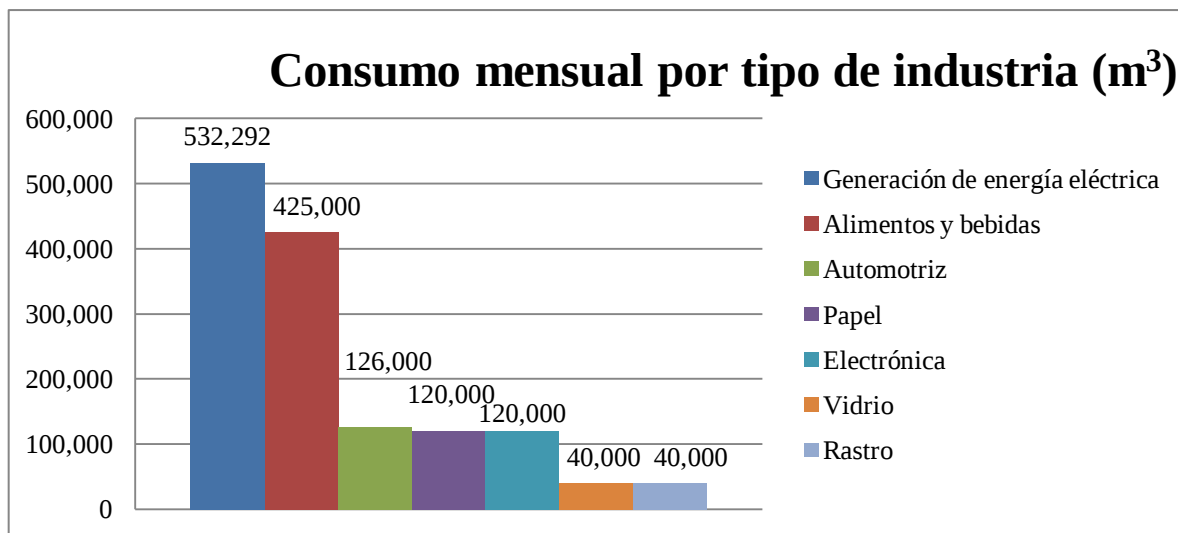


Figura 4. 3 Mayores consumidores de agua en Mexicali

Nota:

- Datos obtenidos de los títulos de concesión de uso de aguas
- Datos obtenidos de manera verbal por CESPM

Con los datos obtenidos, el siguiente paso en este estudio fue realizar una investigación de campo en los siguientes giros que son los mayores consumidores:

- Generación de energía eléctrica
- Alimentos y Bebidas
- Automotriz
- Empaques y embalajes (Papel)
- Electrónica
- Vidrio
- Rastro

Además, del consumo de agua se tiene el costo de producción del agua por parte de la CESPM, que es de \$18.24 por m³. (año) Dicho costo incluye: costo de recursos humanos, producción, materiales, suministros, depreciaciones. Con este costo se estimó la utilidad por m³ para CESPM por suministro de agua a la industria y al sector residencial [100].

Tabla 4. 6 Ejemplo comparativo del costo-utilidad para CESPM del agua.

Concepto	Consumo (m ³)	Costo CESPM	Facturación	Diferencia	% utilidad
Industria	8	\$ 145.92	\$ 351.98	\$ 206.06	41.46%
	29	\$ 528.96	\$ 1,143.89	\$ 614.93	46.24%
	1,001.750	\$ 18,271.92	\$ 45,159.16	\$ 26,887.24	40.46%
	1,650	\$ 30,096.00	\$ 74,604.28	\$ 44,508.28	40.34%
	26,332.50	\$ 480,304.80	\$ 1,323,760.53	\$ 843,455.73	36.28%
	8,481	\$ 154,693.44	\$ 385,004.92	\$ 230,311.48	40.18%
Residencial	8	\$ 145.92	\$ 63.74	-\$ 82.18	-43.68%
	29	\$ 528.96	\$ 167.46	-\$ 361.50	-31.66%
Costo de producción (m3)	\$ 18.24				

Fuente: Comunicación personal por correo electrónico, CESPM, 2016

En la tabla 4.6 se realizó un ejemplo de la comparativa del costo y la utilidad, basándonos en el costo de producción que tiene CESPM y los pagos realizados en distintos consumos, en el que se puede observar, que la utilidad del sector residencial es negativa (pérdida), es decir, no recupera el costo de inversión del tratamiento y distribución del agua por metro cubico ni los gastos administrativos y operativos realizados por CESPM. No solo no recupera la inversión de poder producir un metro cubico, sino que además de eso genera pérdidas al organismo operador. En el caso de la industria es todo lo opuesto, ya que genera utilidades mayores al 36%.

Hablando económicamente, la productividad regional del agua, se expresa en el valor total (en pesos) de los bienes y servicios dividido entre el volumen de agua (metros cúbicos) necesario para producir dichos bienes y servicios, y se expresa en pesos por metro cúbico (\$/m³).

Tabla 4. 7 Productividad regional del agua.

Sector	PIB (millones de pesos)	Volumen de agua utilizada (hm ³)	Productividad (\$/m ³)
Primario	10,584.6	2,892.7	3.66
Secundario	82,263.5	290.8	282.89
Terciario	200,287.0	43.6	4,593.74
Generación de energía eléctrica	14,874.0	199.0	74.74
Total	308,009.1	3,426.1	89.90

Fuente: SEMARNAT, 2012 [101]

Como anteriormente se mencionó, el sector primario es la agricultura, ganadería y pesca; el sector secundario son la industria y construcción; y sector terciario son el comercio, servicios y transportes.

En la tabla 4.7 se tiene que el sector primario es el mayor consumidor de agua en Baja California con 2,892.7 hm³, seguido del secundario con 290.8 hm³, le sigue con 199 hm³ la generación de energía eléctrica y con 43.6 hm³ el sector terciario. Caso contrario en la productividad (\$/m³) en la cual se posiciona en primer lugar el sector terciario y en último lugar el sector primario. Cabe destacar que anteriormente se mencionaron los costos del agua, determinando que los sectores secundario y terciario aportan más económicamente por su pago del servicio del agua, por ser consumidores de la CESPM. En el caso de generación de energía eléctrica, las plantas cuentan con títulos de concesión del uso del agua y uso de las lagunas de oxidación, con un costo menor.

Por último, retomando la tabla 4.1 se tiene que en Baja California el mayor consumidor de agua en términos económicos es el sector de la industria manufacturera, seguido por la industria de generación de energía eléctrica, por ser el sector industrial contando con el 47.39% de los ingresos en consumo de agua en Baja California, por eso se agrupa el volumen de extracción de agua para los diferentes sectores de la industria en la región en la tabla 4.8, en el cual se tiene al subsector “otras industrias manufactureras” con un volumen de extracción anual de 16,698,030 metros cúbicos le sigue con 16,649,592 metros cúbicos el subsector de “productos alimenticios y bebidas”.

Tabla 4. 8 Tipos de industria en la región.

Industria	Volumen de extracción (m³/año)	Contribución al volumen de extracción industrial regional (%)
Otras industrias manufactureras.	16,698,030	30.17
Productos alimenticios y bebidas.	16,649,592	30.08
Papel, productos de papel, imprentas y editoriales.	14,052,937	25.39
Industrias metálicas básicas.	2,776,046	5.02
Productos de minerales no metálicos, exceptuando derivados del petróleo y carbón.	1,596,242	2.88
Sustancias químicas, derivados del petróleo, productos de caucho y plástico.	1,421,614	2.57
Minería.	1,013,933	1.83
Textiles, prendas de vestir e industria del cuero.	448,521	0.81
Industria de la madera y productos de madera.	367,991	0.66
Productos metálicos, maquinaria y equipo.	327,598	0.59
Total	55,352,504	100

Fuente: SEMARNAT, 2012 [101]

SEMARNAT e INEGI basaron su clasificación de acuerdo a INEGI [102], clasificando como otras industrias manufactureras las siguientes: Fabricación de equipo y material para uso médico, dental y para laboratorio; metalistería y joyería; fabricación de artículos deportivos; fabricación de juguetes; fabricación de artículos y accesorios para escritura, pintura, dibujo y actividades de oficina; fabricación de anuncios; fabricación y ensamble de productos musicales; fabricación de cierres, botones y agujas; fabricación de escobas, cepillos y similares; fabricación de velas y veladoras; fabricación de ataúdes; otras industrias manufactureras. Es por esto que el subsector de productos alimenticios y bebidas es el mayor consumidor de agua en Baja California, ya que el subsector otras industrias manufactureras engloba distintos sectores no relacionados entre sí.

Capítulo 4. Desarrollo

4.1 Investigación de campo

El objetivo de la investigación de campo fue identificar los distintos procesos que utilizan agua en los distintos sectores de la industria, además de su consumo de agua y su producción mensual; esto último con la finalidad de calcular la intensidad del uso del agua por giro industrial. Lo anterior se realizó mediante la aplicación de encuestas a una muestra representativa de la ciudad de Mexicali seleccionada al azar.

Según el directorio industrial el cual fue proporcionado por una empresa dedicada a mercadotecnia industrial [103], la población de industrias de mayor consumo en Mexicali, Baja California comprende 212 empresas. Se utilizó específicamente un muestreo aleatorio por conglomerados, seleccionándose un porcentaje para cada tipo de industria, el cual se calculó la muestra para una población finita con un margen de error de 13.6%.

El tamaño total de la muestra se calculó de la siguiente forma [104] :

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 * p * q * N}{N * E^2 + Z_{\alpha/2}^2 * p * q} = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 212}{212 * 0.136^2 + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = \frac{203.60}{3.92 + 0.96} = 41.7$$
$$\approx 42 \quad (3)$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra.

$Z_{\alpha/2}$ = Abscisa de la distribución normal bilateral para un nivel de confianza del 95% = 1.96

E = Margen de error o nivel de precisión= 13.6%

p=q= Proporción estimada del atributo presente en la población = 0.5

N= Tamaño de la población

A partir del valor obtenido, se aplicaron encuestas a cada giro industrial proporcionalmente a la cantidad de industrias de cada tipo que operan en la ciudad de Mexicali, de acuerdo a lo mostrado en la tabla 5.1.

Tabla 5. 1 Tamaños de muestra por tipo de industria.

Tipo de industria	Cantidad en Mexicali	Tamaño de la muestra
Aeroespacial	15	3
Alimentos	12	5
Automotriz	18	3
Bebidas	5	2
Electrónica	40	8
Empaques y embalajes	18	6
Generación de energía eléctrica	3	2
Metalmecánica	33	2
Otras*	44	5
Plástico	16	3
Rastro	4	1
Vidrio	4	2
Total	212	42

*Otras industrias se refiere a las distintas empresas que no entran en las demás categorías, como: empresas de productos dentales, médicos, agroquímicos, empaque de dvd y bluray.

En el muestreo se le otorga prioridad al sector alimentos, automotriz, bebidas, empaques y embalajes, generación de energía eléctrica, rastro y vidrio, esto por ser los mayores consumidores de agua en la ciudad de Mexicali. De acuerdo al tamaño de la muestra se requirió entrevistar a 42 empresas, pero se realizó contacto a la totalidad de la población, mediante visitas a sus plantas y vía correo electrónico, pero solo se consiguieron los datos presentados en esta investigación, los cuales fueron 42 empresas.

Para el cumplimiento del objetivo de esta investigación, se diseñó una encuesta para obtener la información requerida, como cuáles son los procesos que utilizan agua en la industria, además el consumo de agua y la producción mensual de la empresa, esto para obtener el índice de intensidad del uso de agua. El índice se calcula de la siguiente manera:

$$Y = \frac{\sum \text{Entrada Principal}}{\sum \text{Cantidad de unidades producida}} = \frac{(m^3)}{u}$$

Dónde:

Y= Intensidad del uso del agua, metros cúbicos de agua consumida por unidades producidas.

Entrada principal: Es la sumatoria del volumen de agua que entra al sistema suministrado por el organismo operador ó proveniente de pozo o canal en un mes calendario.

Cantidad de unidades producida: Es la producción mensual, en la cual sus unidades pueden ser litros, kilogramos, piezas, MW-h, etc.

Las encuestas realizadas se encuentran en el apéndice al final del documento.

El número de casos que se ha seleccionado fueron al azar y limitado por el número alto de industrias y la complejidad para adquirir la información por su carácter confidencial. Por estos motivos se ha seleccionado la muestra calculada previamente al inicio de este capítulo y mostrada en la tabla 5.1.

4.1 Procesos por sector industrial

En la siguiente sección se enlistan los procesos que consumen agua en la industria. Por motivos de confidencialidad no se menciona el nombre de la empresa, solamente el sector productivo al que pertenecen.

4.1.1 Aeroespacial

La actividad de la primera empresa analizada es el ensamble de intercambiadores de calor, radiadores, turbinas y compresores para avión, los procesos que utilizan agua comprenden:

- Cuarto de pintura, este mediante una cortina de agua en el área de pintado para contener el pintado utilizado.
- Enjuague de piezas con sales.
- Recubrimiento con una solución con alodine.
- Enfriamiento de piezas

Los equipos que utilizan agua son:

- Torres de enfriamiento.
- Baterías de arena y carbón activado.
- Tratamiento por Ósmosis inversa.
- Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

Los servicios que utilizan agua son:

- Áreas verdes.
- Cocina.
- Sanitarios.

La actividad de la segunda empresa analizada es el ensamble de partes para interiores de avión (arneses y partes metálicas), sus usos del agua en procesos comprenden:

- Cuarto de pintura, este mediante una cortina de agua en el área de pintado para contener el pintado utilizado.
- Enjuague de piezas con sales.
- Recubrimiento con una solución con alodine.
- Enfriamiento de piezas.

Los equipos que utilizan agua son:

- Torres de enfriamiento.
- Baterías de arena y carbón activado.
- Tratamiento por Ósmosis inversa.
- Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

Los servicios que utilizan agua son:

- Áreas verdes.
- Cocina.
- Sanitarios.

Por último, la tercera empresa encuestada su actividad es la manufactura de piezas de metal para fuselaje de avión y tratamiento térmico, sus usos del agua en procesos comprenden:

- Enfriamiento de piezas.

Los equipos que utilizan agua son:

- Torres de enfriamiento.
- Baterías de arena y carbón activado.
- Tratamiento por Ósmosis inversa.
- Planta de tratamiento de agua residuales (PTAR)
- Calderas.

Los servicios que utilizan agua son:

- Áreas verdes.
- Cocina.
- Sanitarios.

Se resumen los procesos por empresa en la siguiente tabla.

Tabla 5. 2 Procesos que consumen agua en el sector aeroespacial.

Aeroespacial	Empresa 1 [105]	Empresa 2 [106]	Empresa 3 [107]	Porcentaje de procesos coincidentes (%)
Cuarto de pintura (prueba de lluvia)	x	x		67%
Torres de enfriamiento	x	x	x	100%
Enjuague	x	x		67%
Baterías de arena y carbón activado.	x	x	x	100%
Tratamiento por Ósmosis inversa.	x	x	x	100%
Recubrimiento	x	x		67%
Calderas			x	33%
PTAR	x	x	x	100%
Enfriamiento	x	x	x	100%
Cocina	x	x	x	100%
Áreas verdes	x	x	x	100%
Sanitarios	x	x	x	100%

En este sector las primeras dos empresas cuentan con un proceso de pintado de piezas, para este proceso se requiere de un enjuague y un recubrimiento especial. Además, en la tercera empresa se requiere para el proceso agua de las calderas y torres de enfriamiento para su tratamiento térmico.

4.1.2 Alimentos

La actividad de la primera empresa analizada es la elaboración, distribución y venta de botanas y productos alimenticios en general, su uso del agua en procesos comprende:

- Elaboración de masas. Mezclado de harinas para la elaboración del producto.

Los equipos que utilizan agua son:

- Torres de enfriamiento.
- Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

Los servicios que utilizan agua son:

- Áreas verdes.
- Cocina.
- Sanitarios.

La actividad de la segunda empresa analizada es la producción, distribución y comercialización de pan de caja, pan dulce, pastelería de tipo casero, chocolates y botanas, su uso del agua en procesos comprenden:

- Lavado de ingredientes.
- Mezclado de harinas e ingredientes para la elaboración del producto.

Los equipos que utilizan agua son:

- Torres de enfriamiento.
- Tratamiento por Ósmosis inversa.
- Tratamiento de agua mediante lámparas de rayos ultravioleta
- Baterías de arena y carbón activado.
- Suavizadores.
- Calderas.
- Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

Los servicios que utilizan agua son:

- Áreas verdes.
- Cocina.
- Sanitarios.

La tercera empresa analizada su actividad es congelación de frutas y verduras, su uso del agua en procesos comprende:

- Lavado de ingredientes.

Los equipos que utilizan agua son:

- Torres de enfriamiento.
- Baterías de arena y carbón activado.
- Suavizadores.
- Calderas.
- Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

Los servicios que utilizan agua son:

- Áreas verdes.
- Sanitarios.

En la cuarta empresa analizada su actividad es la elaboración de botanas, sus usos del agua en procesos comprenden:

- Lavado de equipos.
- Mezclado de harinas e ingredientes para la elaboración del producto.

Los equipos que utilizan agua son:

- Suavizadores.
- Baterías de arena y carbón activado.
- Calderas.
- Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

Los servicios que utilizan agua son:

- Áreas verdes.
- Cocina.
- Sanitarios.

Por último, la quinta empresa analizada su actividad es la elaboración de alimentos lácteos, los equipos que utilizan agua son:

- Suavizadores.
- Baterías de arena y carbón activado.
- Torres de enfriamiento.
- Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

Los servicios que utilizan agua son:

- Áreas verdes.
- Sanitarios.

En la tabla 5.3 se resumen los procesos coincidentes y el porcentaje que representa.

Tabla 5. 3 Procesos que consumen agua en el sector alimenticio.

						Porcentaje de procesos coincidentes (%)
Alimentos	Empresa 1 [108]	Empresa 2 [109]	Empresa 3 [110]	Empresa 4 [111]	Empresa 5 [112]	
Sanitarios	x	x	x	x	x	100%
Mezclado	x	x		x		60%
PTAR	x	x	x	x	x	100%
Lavado		x	x	x		60%
Tratamiento por Ósmosis inversa.		x				20%
Tratamiento de aguas mediante lámparas de rayos ultravioleta		x				20%
Baterías de arena y carbón activado		x	x	x	x	80%
cocina	x	x		x		60%
Torres de enfriamiento	x		x		x	60%
Suavizadores		x	x	x	x	80%
Calderas		x	x	x		60%
Cocimiento				x		20%
Áreas verdes	x	x	x	x	x	100%

Por el tipo de alimentos procesados que se producen en la segunda empresa este cuenta con un tratamiento de aguas mediante lámparas de rayos ultravioleta (u.v) y ósmosis inversa para una pureza aun mayor del agua, el proceso mediante rayos ultravioleta no cuentan las demás empresas encuestadas en este giro, en su lugar para asegurar la calidad del producto, se utilizan distintos medios como cocimiento; tal es el caso de la cuarta empresa, o freído del producto con aceite como en la primera empresa analizada. El uso de calderas en las empresas donde es requerido, es para la esterilización de sus recipientes de preparación o sus cocinas.

4.1.3 Automotriz

En la primera empresa analizada su actividad es la manufactura de turbocargadores, sus usos del agua en procesos comprenden:

- Limpieza de piezas.
- Enfriamiento de piezas.
- Corte.
- Maquinado.

Los equipos que utilizan agua son:

- Torres de enfriamiento.
- Tratamiento por Ósmosis inversa.
- Torno CNC

Los servicios que utilizan agua son:

- Áreas verdes.
- Cocina.
- Sanitarios.

En la segunda empresa analizada su actividad es la fabricación y ensamble de tractocamiones, sus usos del agua en procesos comprenden:

- Limpieza de piezas.
- Enfriamiento de piezas.
- Corte.
- Maquinado.
- prueba de lluvia (cuarto de pintura).

Los equipos que utilizan agua son:

- Torres de enfriamiento.
- Tratamiento por Ósmosis inversa.
- Torno CNC.

Los servicios que utilizan agua son:

- Áreas verdes.
- Sanitarios.

Por último en la tercera empresa analizada su actividad es la manufacturación de partes automotrices, sus usos del agua en procesos comprenden:

- Maquinado.
- Corte.
- Limpieza de piezas.

El equipo que utiliza agua es:

- Torno CNC

Los servicios que utilizan agua son:

- Cocina.
- Sanitarios.

Tabla 5. 4 Procesos que consumen agua en el sector automotriz.

Automotriz	Empresa 1 [111]	Empresa 2 [111]	Empresa 3 [111]	Porcentaje de procesos coincidentes (%)
Sanitarios	x	x	x	100%
Cocina	x		x	67%
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%
Áreas verdes	x	x		67%
Torres de enfriamiento	x	x		67%
Enfriamiento	x	x		67%

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 esto que cuentan con planta de tratamiento de aguas residuales, en la tercera empresa no se requiere eliminar sales en el agua es por esto que no se cuenta con proceso de ósmosis inversa.

4.1.4 Bebidas

En la primera empresa analizada su actividad es el embotellado y distribución de bebidas no alcohólicas, sus usos del agua en procesos comprenden:

- Preparación de jarabes.
- Llenado del producto.

Los equipos que utilizan agua son:

- Torres de enfriamiento.
- Tratamiento por Ósmosis inversa.
- Suavizadores.
- Baterías de arena y carbón activado.
- Pulidores.
- Tanque reactor.
- Tratamiento de aguas mediante lámparas de rayos ultravioleta
- Calderas.
- Precalentador (Warmer).
- Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

Los servicios que utilizan agua son:

- Áreas verdes.
- Cocina.
- Sanitarios.

Por último, la actividad de la segunda empresa analizada su actividad es el embotellado y distribución de bebidas no alcohólicas, sus usos del agua en procesos comprenden:

- Preparación de jarabes.
- Llenado del producto.

Los equipos que utilizan agua son:

- Torres de enfriamiento.
- Tratamiento por Ósmosis inversa.
- Suavizadores.
- Baterías de arena y carbón activado.
- Pulidores.
- Tanque reactor.
- Tratamiento de agua mediante lámparas de rayos ultravioleta.
- Calderas.
- Precalentador (Warmer).
- Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

Los servicios que utilizan agua son:

- Áreas verdes.
- Cocina.
- Sanitarios.

Tabla 5. 5 Procesos que consumen agua en el sector de bebidas.

Bebidas	Empresa 1 [113]	Empresa 2 [114]	Porcentaje de procesos coincidentes (%)
Suavizadores	x	x	100%
Tanque reactor	x	x	100%
Baterías de arena y carbón activado.	x	x	100%
Pulidores	x	x	100%
calderas	x	x	100%
Áreas verdes	x	x	100%
Precalentador (Warmer)	x	x	100%
Tratamiento por Ósmosis inversa.	x	x	100%
Tratamiento de agua mediante lámparas de rayos ultravioleta.	x	x	100%
Llenadoras	x	x	100%
Preparación de jarabes	x	x	100%
Cocina	x	x	100%
Sanitarios	x	x	100%
Torre de enfriamiento	x	x	100%
PTAR	x	x	100%

4.1.5 Electrónica

Las empresas de este ramo se dedican a la manufactura o reparación de partes electrónicas.

En la primera empresa analizada su uso del agua en procesos comprende:

- Lavado de piezas.

El equipo que utiliza agua es:

- Suavizadores.

El servicio que utiliza agua es:

- Sanitarios.

De la segunda empresa analizada se obtuvo que sus usos del agua en procesos comprenden:

- Enfriamiento.
- Cuarto de pintura.

El equipo que utiliza agua es:

- Torres de enfriamiento.

El servicio que utiliza agua es:

- Sanitarios.

El uso del agua en procesos de la tercera empresa analizada comprende:

- Lavado de piezas.
- Limpieza de piezas.
- Enjuague de piezas.

Los equipos que utilizan agua son:

- Suavizadores.
- Calderas.
- Planta de tratamientos de aguas residuales (PTAR).
- Tratamiento por Ósmosis inversa.
- Baterías de arena y carbón activado.
- Torres de enfriamiento.

Los servicios que utilizan agua son:

- Sanitarios.
- Cocina.
- Áreas verdes.
- Lavandería.

En la cuarta empresa analizada, el uso del agua en procesos comprende:

- Lavado de piezas.

Los equipos que utilizan agua son:

- Suavizadores.
- Torres de enfriamiento.

Los servicios que utilizan agua son:

- Sanitarios.
- Cocina.
- Áreas verdes.

En la quinta empresa analizada, los usos del agua en procesos comprenden:

- Limpieza de piezas.
- Proceso de anodizado.

Los equipos que utilizan agua son:

- Calderas.
- Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).
- Torres de enfriamiento.

Los servicios que utilizan agua son:

- Sanitarios.
- Cocina.
- Áreas verdes.

La sexta empresa analizada su uso del agua en procesos comprende:

- Lavado de piezas.
- Enfriamiento.

Los equipos que utilizan agua son:

- Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)

- Torres de enfriamiento

Los servicios que utilizan agua son:

- Sanitarios.

Los usos del agua en procesos de la séptima empresa analizada comprenden:

- Lavado de piezas.
- Limpieza de piezas.
- Cuarto de pintura.

El equipo que utiliza agua es:

- Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

Los servicios que utilizan agua son:

- Sanitarios.
- Cocina.
- Áreas verdes.

Por último los usos del agua en procesos de la octava empresa analizada comprenden:

- Lavado de piezas.
- Limpieza de piezas.
- Enfriamiento de piezas.

Los equipos que utilizan agua son:

- Suavizadores.
- Torres de enfriamiento.

El servicio que utiliza agua es:

- Sanitarios.

Tabla 5. 6 Procesos que consumen agua en el sector electrónico.

Electrónica	Empresa 1 [111]	Empresa 2 [111]	Empresa 3 [115]	Empresa 4 [111]	Empresa 5 [111]	Empresa 6 [111]	Empresa 7 [111]	Empresa 8 [116]	Porcentaje de procesos coincidentes (%)
Lavado	x		x	x		x	x	x	75%
Sanitarios	x	x	x	x	x	x	x	x	100%
Áreas verdes			x	x	x		x		50%
Cocina			x	x	x		x		50%
Enfriamiento		x				x		x	38%
Cuarto de pintura		x					x		25%
Torres de enfriamiento		x	x	x	x	x		x	75%
Baterías de arena y carbón activado			x						13%
Suavizadores	x		x	x				x	50%
Tratamiento por Ósmosis inversa.			x						13%
Lavandería			x						13%
Enjuague			x						13%
Limpieza			x		x		x	x	50%
PTAR			x		x	x	x		50%
Anodizado					x				13%
Calderas			x		x				25%

En la segunda y séptima empresa se cuenta con cuarto de pintado para la fabricación de sus productos, en el resto de las empresas para su acabado no es requerido este proceso. Además, de las empresas encuestadas del sector electrónico, la tercer empresa tiene procesos tales como tratamiento por ósmosis inversa, lavandería y enjuague por el detalle requerido de calidad para la utilización en sus procesos.

4.1.6 Empaques y embalajes

La actividad de la primera empresa analizada es la fabricación de empaques de cartón corrugado y sacos de papel, sus usos del agua en procesos comprenden:

- Mezclado de producto.
- Espesamiento de producto.

Los equipos que utilizan agua son:

- Calderas.

- Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

Los servicios que utilizan agua son:

- Cocina.
- Sanitarios.

La actividad de la segunda empresa analizada es la fabricación de empaques de cartón, sus usos del agua en procesos comprenden:

- Mezclado de producto.
- Espesamiento de producto.

El equipo que utiliza agua es:

- Calderas.

El servicio que utiliza agua es:

- Sanitarios.

La tercera empresa analizada su actividad es la fabricación de empaque de poliestireno, sus usos del agua en procesos comprenden:

- Mezclado de producto.

El equipo que utiliza agua es:

- Calderas

El servicio que utiliza agua es:

- Sanitarios.

En la cuarta empresa analizada su actividad es la fabricación, diseño y venta de cajas de cartón y material de empaque, sus usos del agua en procesos comprenden:

- Mezclado de producto.
- Espesamiento de producto.

Los equipos que utilizan agua son:

- Calderas.
- Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

El servicio que utiliza agua es:

- Sanitarios.

La quinta empresa analizada su actividad es la fabricación de papel higiénico, servilletas y toallas de cocina, sus usos del agua en procesos comprenden:

- Mezclado de producto.
- Espesamiento de producto.

Los equipos que utilizan agua son:

- Calderas.
- Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

Los servicios que utilizan agua son:

- Cocina.
- Sanitarios.

Por último, la sexta empresa analizada su actividad es la manufactura de cajas de cartón, sus usos del agua en procesos comprenden:

- Mezclado de producto.
- Espesamiento de producto.

Los equipos que utilizan agua son:

- Calderas.
- Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

El servicio que utiliza agua es:

- Sanitarios.

Tabla 5. 7 Procesos que consumen agua en el sector empaques y embalajes.

Empaques y embalajes	Empresa 1 [111]	Empresa 2 [111]	Empresa 3 [111]	Empresa 4 [111]	Empresa 5 [111]	Empresa 6 [111]	Porcentaje de procesos coincidentes (%)
Caldera	x	x	x	x	x	x	100%
PTAR	x			x	x	x	67%
Sanitarios	x	x	x	x	x	x	100%
Cocina	x				x		33%
Mezcladora	x	x	x	x	x	x	100%
Espesamiento	x	x		x	x	x	83%

Cabe destacar que no todas cuentan con servicio de cocina como lo son las empresas 2, 3, 4 y 6. Éstas solo cuentan con área de comedor, este es un servicio opcional que ofertan las empresas.

4.1.7 Generación de energía eléctrica

Los procesos de generación eléctrica en Mexicali son: Geotermia, ciclo combinado y eólica [35]. Se tiene una capacidad instalada de 1,200 MW en geotermia, 1,100 MW en ciclo combinado, 600 MW de gas natural y 10 MW en energía eólica.

En la primera empresa analizada su actividad es la generación de energía eléctrica por medio de gas natural, sus usos del agua en equipos que utilizan agua son:

- Calderas.
- Torres de enfriamiento.
- Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

El servicio que utiliza agua es:

- Sanitarios.

Por último, la segunda empresa analizada cuenta con la misma actividad productiva que la anteriormente mencionada solo con la única diferencia que es por medio de ciclo combinado, sus usos del agua en equipos que utilizan agua son:

- Calderas.
- Torres de enfriamiento.
- Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

El servicio que utiliza agua es:

- Sanitarios.

Tabla 5. 8 Procesos que consumen agua en el sector de generación de energía eléctrica.

Generación de energía eléctrica	Empresa 1 [111]	Empresa 2 [111]	Porcentaje de procesos coincidentes (%)
Calderas	x	x	100%
Torres de enfriamiento	x	x	100%
Sanitarios	x	x	100%
PTAR	x	x	100%

4.1.8 Metalmecánica

En la primera empresa analizada su actividad es la fabricación de muebles de oficina y estantería, su uso del agua en procesos comprende:

- Lavado de piezas.

Los equipos que utilizan agua son:

- Tratamiento por Ósmosis inversa.
- Torres de enfriamiento.
- Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)

Los servicios que utilizan agua son:

- Sanitarios.
- Cocina.

Por último, la segunda empresa analizada su actividad es la fabricación de productos de acero para la construcción, sus usos del agua en procesos comprende:

- Enfriamiento.

Los equipos que utilizan agua son:

- Tratamiento por Ósmosis inversa.
- Torres de enfriamiento.

Los servicios que utilizan agua son:

- Sanitarios
- Cocina.

Tabla 5. 9 Procesos que consumen agua en el sector de metalmecánica.

Metalmecánica	Empresa 1 [111]	Empresa 2 [117]	Porcentaje de procesos coincidentes (%)
Lavado de piezas	x		50%
Ósmosis	x	x	100%
Sanitarios	x	x	100%
Torre de enfriamiento	x	x	100%
Enfriamiento		x	50%
Cocina	x	x	100%
PTAR	x		50%

4.1.9 Otras industrias manufactureras

La actividad de la primera empresa analizada es la fabricación de equipo para uso médico, dental y equipo para uso en laboratorio, sus usos del agua en procesos comprenden:

- Enfriamiento.
- Tanque de prueba de impacto y penetración.

Los equipos que utilizan agua son:

- Torres de enfriamiento.
- Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

El servicio que utiliza agua es:

- Sanitarios.

De la segunda empresa analizada su actividad es la manufactura de productos médicos, sus usos del agua en procesos comprende:

- Enfriamiento.

El equipo que utiliza agua es:

- Torres de enfriamiento.

Los servicios que utilizan agua son:

- Sanitarios.
- Cocina.

La actividad de la tercera empresa es la producción de productos agroquímicos, sus usos del agua en procesos comprenden:

- Mezclado de producto.
- Condensado de producto.

Los servicios que utilizan agua son:

- Sanitarios.
- Regaderas.
- Áreas verdes.

En la cuarta empresa analizada su actividad es el empaque de dvd y blue ray, sus usos del agua en equipos que utilizan agua son:

- Torres de enfriamiento.

Los servicios que utilizan agua son:

- Sanitarios.
- Cocina.
- Áreas verdes.

Por último, la quinta empresa analizada su actividad es la fabricación y ensamble de herramientas eléctricas e inalámbricas, sus usos del agua en procesos comprenden:

- Enfriamiento.
- Lavado de piezas.

El equipo que utiliza agua es:

- Torres de enfriamiento.

Los servicios que utilizan agua son para uso:

- Sanitarios
- Cocina.
- Áreas verdes.

Tabla 5. 10 Procesos que consumen agua en otras industrias manufactureras.

Otras	Empresa 1 [111]	Empresa 2 [111]	Empresa 3 [118]	Empresa 4 [119]	Empresa 5 [120]	Porcentaje de procesos coincidentes (%)
Lavado					x	20%
Cocina		x		x	x	60%
Sanitarios	x	x	x	x	x	100%
Enfriamiento	x	x			x	60%
PTAR	x					20%
Áreas verdes			x	x	x	60%
Tanque para prueba de impacto y penetración	x					20%
Torre de enfriamiento	x	x		x	x	80%
Lavandería		x				20%
Mezclador			x			20%
Regaderas			x			20%
Condensador			x			20%

Por las diversas diferencias en los procesos productivos, en esta categoría encontramos solo la primera empresa contaba con 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 3 se realizan productos agroquímicos y es por esto que se tiene un proceso de mezclado y condensado de los productos y regaderas para el uso de empleado por la exposición a estos productos.

4.1.10 Plástico

La actividad de la primera empresa analizada es la fabricación y comercialización de lonas de plástico, su uso del agua en equipos que utilizan agua son:

- Torres de enfriamiento.

El servicio que utiliza agua es:

- Sanitarios.

La actividad de la segunda empresa analizada es el moldeo por inyección de plástico, sus usos del agua en procesos comprende:

- Enfriamiento.

El equipo que utiliza agua es:

- Torres de enfriamiento.

Los servicios que utilizan agua son:

- Sanitarios
- Áreas verdes.

Por último, la tercera empresa analizada su actividad es la fabricación de productos de plástico, sus usos del agua en procesos comprende:

- Enfriamiento.

El equipo que utiliza agua es:

- Torres de enfriamiento.

El servicio que utiliza agua es:

- Sanitarios.

Tabla 5. 11 Procesos que consumen agua en el sector plástico.

Plástico	Empresa 1 [111]	Empresa 2 [111]	Empresa 3 [111]	Porcentaje de procesos coincidentes (%)
Torre de enfriamiento	x	x	x	100%
Sanitarios	x	x	x	100%
Enfriamiento		x	x	67%
Áreas verdes		x		33%

4.1.11 Rastro

La actividad de la empresa analizada es la comercialización y distribución de carnes, sus usos del agua en procesos comprenden:

- Lavado de res.
- Lavado de canales.
- Uso animal.
- Limpieza de maquinaria y equipo.

El equipo que utiliza agua es:

- Calderas.

Los servicios que utilizan agua son:

- Sanitarios.
- Lavandería.

Tabla 5. 12 Procesos que consumen agua en el rastro.

Rastro	Empresa 1 [111]	Rastro	Empresa 1 [111]
Lavado de res (sacrificio-producción)	x	Limpieza de maquinaria y equipo	x
Lavado de canales	x	Calderas	x
Lavandería	x	Uso animal	x
Sanitarios	x		

4.1.12 Vidrio

La actividad de la primera empresa analizada es la producción de productos de vidrio, los productos elaborados en esta empresa son: envases, para uso automotriz y para uso arquitectónico, además de promover el reciclaje de vidrio. Sus usos del agua en procesos comprenden:

- Mezclado de materias primas.

Los equipos que utilizan agua son:

- Baterías de arena y carbón activado.
- Suavizadores.
- Torres de enfriamiento.

Los servicios que utilizan agua son:

- Sanitarios.
- Cocina.
- Áreas verdes.

Por último, la segunda empresa analizada su actividad es la fabricación de vidrio, los productos elaborados son para uso automotriz. Sus usos del agua en procesos comprenden:

- Mezclado de materias primas.

Los equipos que utilizan agua son:

- Baterías de arena y carbón activado.
- Suavizadores.
- Torres de enfriamiento.

Los servicios que utilizan agua son:

- Sanitarios
- Cocina.
- Áreas verdes.

Tabla 5. 13 Procesos que consumen agua en el sector de vidrio.

Vidrio	Empresa 1 [121]	Empresa 2 [122]	Porcentaje de procesos coincidentes (%)
Mezclado	x	x	100%
PTAR	x	x	100%
Torres de enfriamiento	x	x	100%
Áreas verdes	x	x	100%
Baterías	x	x	100%
Suavizadores	x	x	100%
Sanitarios	x	x	100%
Cocina	x	x	100%

4.1.13 Resumen.

En la siguiente tabla se resumen los procesos coincidentes de todos los giros industriales analizados, de la cual podemos deducir que el uso del agua comprende principalmente: servicios sanitarios, torre de enfriamiento y planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) principalmente con un porcentaje de 100%, 69% y 60% respectivamente.

Tabla 5. 14 Procesos que consumen agua en la industria.

Actividad	Porcentaje de procesos coincidentes (%)	Actividad	Porcentaje de procesos coincidentes (%)	Actividad	Porcentaje de procesos coincidentes (%)
Sanitarios	100%	Enfriamiento (pp)	33%	Limpieza de piezas (pp)	17%
Torre de enfriamiento (e)	69%	Suavizadores (e)	29%	Cuarto de pintura (pp)	12%
PTAR	60%	Baterías de arena y carbón activado (e)	29%	Espesamiento (pp)	12%
Cocina	55%	Tratamiento por Ósmosis inversa (e)	26%	Torno CNC.(pp)	7%
Áreas verdes (os)	52%	Mezcladora (pp)	21%	Corte (pp)	7%
Caldera (e)	40%	Lavado de piezas (pp)	19%	Enjuague (pp)	7%

Tabla 5. 15 Procesos que consumen agua en la industria (continuación).

Actividad	Porcentaje de procesos coincidentes (%)	Actividad	Porcentaje de procesos coincidentes (%)	Actividad	Porcentaje de procesos coincidentes (%)
Tratamiento de agua mediante lámparas de rayos ultravioleta. (e)	7%	Pulidores (e)	5%	Lavado de canales (pa)	2%
Lavado de alimentos (pa)	7%	Recubrimiento (pp)	5%	Lavado de res (sacrificio-producción) (pa)	2%
Lavandería (os)	7%	Tanque reactor (e)	5%	Limpieza de maquinaria y equipo (pp)	2%
Maquinado (pp)	7%	Precalentador (Warmer) (e)	5%	Regaderas (os)	2%
Mezclado de producto alimenticio (pa)	7%	Anodizado (pp)	2%	Tanque para prueba de impacto y penetración (pp)	2%
Llenadoras (pa)	5%	Cocimiento (pa)	2%	Uso animal (pa)	2%
Preparación de jarabes (pa)	5%	Condensador (e)	2%		

En la tabla anterior, excluyendo sanitarios, PTAR y cocina a los demás procesos se les asigno la siguiente clasificación:

- Pa: Procesos alimenticios.
- Pp: Procesos productivos.
- Os: Otros servicios.
- E: Equipos.

De los datos anteriores se puede deducir que las coincidencias en la mayoría de las empresas son las siguientes seis actividades: Sanitarios, PTAR, cocina, otros servicios, equipos, procesos productivos y alimenticios.

Tabla 5. 16 Resumen de equipos, procesos y servicios en la industria.

Actividad	Porcentaje de procesos coincidentes (%)
Sanitarios	100%
PTAR	60%
Cocina	55%
Otros servicios	21%
Equipos	21%
Procesos productivos	11%
Procesos alimenticios	4%

4.2 Productividad del agua

La productividad es la relación entre la unidad de resultado y la unidad de insumo. En este caso el término productividad del agua es usado exclusivamente para denotar la cantidad o el valor del producto sobre el volumen o valor del agua consumida. El valor del producto podría ser expresado en diferentes términos: masa, grano, dinero [123].

Tabla 5. 17 Indicador de intensidad del uso de agua en la industria de Mexicali, B. C.

Tipo de industria	Muestreo realizado	Eficiencia		Productividad del agua	Unidades
		Indicador de intensidad del uso de agua	Unidades		
Aeroespacial	3	0.024	m ³ /piezas	41.637	piezas/m ³
Alimentos	5	0.007	m ³ /kg	143.038	kg/m ³
Automotriz	3	0.016	m ³ /piezas	63.345	piezas/m ³
Bebidas	2	1.584	m ³ /m ³	0.631	m ³ /m ³
Electrónica	8	0.00024	m ³ /piezas	4091.653	piezas/m ³
Empaques y embalajes	6	0.0072	m ³ /kg	139.508	kg/m ³
Generación de energía eléctrica	2	1.556	m ³ /MW-h	0.643	MW-h/m ³
Metalmecánica	2	0.210	m ³ /Ton	4.757	Ton/m ³
Otras	5	0.00023	m ³ /piezas	4315.088	piezas/m ³
Plástico	3	0.006	m ³ /kg	167.494	kg/m ³
Rastro	1	0.039	m ³ /cabeza	25.763	Cabeza/m ³
Vidrio	2	0.001	m ³ /kg	962.930	kg/m ³
Total	42				

La recolección de estos datos y el cálculo de los indicadores de productividad física por sector, nos da un punto de referencia en trabajos futuros para medir si se ha tenido una reducción en este indicador o si por lo contrario un incremento. Es por esto que con los datos recolectados se calculó la productividad física y económica de los sectores de generación de energía eléctrica, automotriz y bebidas, específicamente el de la cervecera, empresa próxima a instalarse en esta ciudad y se comparó con el sector agrícola, el cual es el mayor consumidor de agua en los tres niveles: municipal, estatal y nacional. Los datos

utilizados fueron: consumo de agua mensual en metros cúbicos, unidades producidas mensualmente, ingreso unitario e ingreso mensual. Con estos datos se calculó la productividad económica y física del agua.

En el sector agrícola se calculó el rendimiento económico y productivo de los cultivos de trigo, alfalfa, algodón y cebollín, los cuales son los cultivos más representativos en el Valle de Mexicali. Los datos fueron proporcionados por el Lic. Manuel Hernández Gabilondo en la conferencia titulada “El valor que tiene el agua en Baja California” [124].

La productividad es la relación entre la unidad de resultado y la unidad de insumo. En este caso, el término productividad del agua es usado exclusivamente para denotar la cantidad o el valor del producto sobre el volumen o valor del agua consumida. El valor del producto podría ser expresado en diferentes términos: pieza, MW-h, litros, grano, dinero. Por ejemplo, el enfoque del llamado “cultivo por gota”, se refiere a la cantidad de producto obtenido por unidad de agua, de aquí se obtiene el modelo matemático en la ecuación 1.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Cantidad de producto}}{\text{Unidad de agua}} \quad (1)$$

Dónde:

Cantidad de producto: Esta puede ser expresado en términos económicos o físico. Ejemplo: Pesos, dólares, kilogramos, litros, MW-h, piezas, etc.

Unidad de volumen de agua: La unidad a utilizar será el metro cubico (m^3).

Esta ecuación se utilizó para el cálculo de la productividad, o sea términos físicos, para el cálculo de indicadores económicos.

La ecuación 2 se refiere al indicador productivo o físico referido en esta investigación, se refiere a cuantas unidades son producidas por un metro cubico de agua por mes, donde las unidades pueden ser en kilogramos, piezas, cajas, litros, MW-h, etc.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Produccion mensual}}{\text{Volumen de agua mensual}} \quad (2)$$

En el caso de la ecuación 3 es el indicador económico. Este se refiere a los ingresos netos por un metro cubico de agua. A este cálculo se llega con los ingresos mensuales expresados en moneda mexicana, esto después de impuestos de la empresa entre el volumen de agua mensual en metros cúbicos.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Ingresos netos mensuales}}{\text{Volumen de agua mensual}} \quad (3)$$

El análisis físico o productivo se observa en la tabla 5.18, de la agricultura y la industria respectivamente. Mientras el uso de indicadores físicos y económicos es comúnmente utilizado dentro de la agricultura, esto en el sector industrial solo es analizado en el área económica, dólares por metros cúbicos o euros por metros cúbicos.

En el caso de la empresa de generación de energía eléctrica (ciclo combinado) y empresa del área automotriz (tracto camiones), los datos fueron obtenidos por medio de la encuesta realizada en entrevista oral.

Tabla 5. 18 Productividad física y económica del sector agrícola e industrial

Producto	Consumo de agua (m ³)	Producción (pacas, kilos, cajas, unidad, litros, MW-h)	Precio unitario (pesos)	Ingresos total (pesos)	Ingresos por metro cubico (pesos/m ³)	Productividad (kg/l/MW-h/caja/pacas/unidad)/ m ³
Algodón (kg) [124]	14,500.00	1,587.57	\$ 5,300.00	\$ 37,100.00	\$ 2.56	0.1094
Alfalfa (kg) [124]	17,500.00	18,000.00	\$ 3.00	\$ 54,000.00	\$ 3.09	1.03
Trigo (kg) [124]	9,500.00	6,500.00	\$ 3.40	\$ 22,100.00	\$ 2.33	0.68
Cebollín (cajas) [124]	9,200.00	3,705.00	\$ 100.00	\$ 370,500.00	\$ 40.27	0.40
Automotriz (unidad)	16,837.92	1,106.00 [125]	\$ 25,467.15	\$28,166,666.67	\$ 1,672.81	0.065
Generación energía eléctrica (MW-h)	477,400	307083.33	\$ 597.08	\$ 183,353,314.68 [126]	\$ 384.06	0.6432
Cervecera (litro)	4,000,000 a 10,000,000 [127]	1,000,000,000 [128]	\$ 41.04	\$41,041,000,000 [129]	\$10,260.25 a \$4,104.1	250 a 100

Fuente: Elaboración propia.

Los indicadores físicos manejados a nivel internacional del algodón, se encuentran en la tabla 5.19. Como podemos observar, Mexicali cuenta con un indicador de 0.1094 a nivel internacional, el valor más bajo de productividad del agua, seguido de Estados Unidos con 0.146. En los rangos altos de productividad están Uzbekistán con un rango de 0.54 a 1.70 en su productividad, seguido de Argentina con un rango de 0.50 a 1.27 [130]. Mientras mayor sea el indicador, mayor es la productividad del uso hídrico.

Tabla 5. 19 Productividad física del algodón a nivel internacional

País	Productividad del agua (kg/m ³)	País	Productividad del agua (kg/m ³)
Mexicali	0.1094	Faisalabad, Pakistan	0.38–0.58
EUA	0.146 – 0.218	Turquía	0.42–0.69
China	0.18-0.26	Córdoba, España	0.45–0.71
varias locaciones, Australia	0.22–0.29	Santiago del Estero, Argentina	0.50–1.27
Be'eri, Israel	0.22–0.35	Tashkent, Uzbekistán	0.54–1.70

Fuente: Elaboración propia [131].

En el caso del trigo, los valores a nivel internacional se encuentran en la tabla 5.20, en la cual Estados Unidos , China y Turquía cuentan con los valores más altos de productividad, con rangos de 1 a 1.75, 1.01 a 1.66 y 1.33 a 1.45 respectivamente, en el caso de la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO por sus siglas en inglés, Food and Agriculture Organization of United Nations) manejan un rango de 0.8 a 1.0 para la productividad a nivel internacional. Comparando este valor con el resto de los países y Mexicali, claramente se tiene una deficiencia en nuestros niveles de productividad, posiblemente porque se tienen técnicas obsoletas de riego. En el caso de alfalfa y cebollín, no se encontraron indicadores de productividad en la literatura internacional por lo cual no se tuvo punto de comparación con estos cultivos [130] [131].

Tabla 5. 20 Productividad física del trigo a nivel internacional

País/organismo	Productividad del agua (kg/m ³)
Marruecos	0.215- 1.105
Konni, Nigeria	0.42–0.93
Tashkent, Uzbekistán	0.44–1.02
Tel Hadya, Siria	0.48–1.10
Benerpota, Bangladesh	0.52–1.34
Paraná, Argentina	0.55–1.49
Australia	0.555–1.1395
Gilat, Israel	0.60–1.60
Mexicali	0.68
Faisalabad, Pakistan	0.70–2.19
India	0.756- 1.072
FAO	0.8 – 1.0
EUA	1- 1.75
China	1.01- 1.66
Cukurova, Turquía	1.33–1.45

Fuente: Elaboración propia [132].

En el área industrial a nivel internacional, el parámetro más usado para medir la productividad económica del agua es el promedio: de dólares o euros por metro cúbico de agua. En la tabla 5.21, se presenta la productividad del agua de países de la unión europea, medidos en euros por metro cúbico. Para efectos de este trabajo se utilizó como tipo de cambio \$22.35701 pesos mexicanos por un euro, utilizando un histórico en el cual el tipo de cambio del euro se ha mantenido estable, a diferencia de la moneda americana contra el peso. Analizando la productividad del agua de los distintos países se tiene que Luxemburgo cuenta con la más alta productividad seguido de Dinamarca con 20,0083.3 pesos y 6,928.53 pesos respectivamente, Bulgaria es el país con más baja productividad con 114.02 pesos. Como podemos observar en Mexicali la industria de generación de energía eléctrica cuenta

con una productividad de 384.06 pesos por metro cúbico, seguido de la industria automotriz con 1,672.81 pesos por metro cúbico y la industria con productividad más alta (próxima a construirse en este municipio) es la industria cervecera con un rango de 4,104.1 a 10,260.25 pesos por metro cúbico. En promedio por los 3 ramos industriales tendríamos un rango de productividad de 2,053.66 a 4,105.71 pesos por metro cúbico, los que comparados a nivel internacional son datos competitivos, lo cual quiere decir que en Mexicali se cuenta con un buen nivel de competitividad en el uso industrial del agua a nivel internacional [132].

Tabla 5. 21 Productividad económica en la industria a nivel internacional.

País	Productividad del agua (pesos/m³)
Luxemburgo	20,083.30
Dinamarca	6,928.54
Irlanda	5,033.68
Reino Unido	4,834.14
Malta	3,896.66
Suiza	3,293.19
Suecia	2,475.20
Noruega	2,408.60
Mexicali	2,053.66 a 4,105.71
Chipre	1,773.33
Eslovaquia	1,561.70
Republica Checa	1,528.21
Croacia	1,525.12
Alemania	1,399.87
Latvia	1,321.30
Países bajos	1,303.23
Francia	1,247.92
Bélgica	1,101.54
Finlandia	1,086.55
Eslovenia	1,032.63
Italia	786.9668
Kosovo	611.6239
España	593.5129
Polonia	558.3663
Grecia	498.7646
Hungría	369.0626
Rumania	343.1213
Portugal	312.9981
Lituania	306.6637
Turquía	250.7425
Serbia	163.8024
Bulgaria	114.0208

Fuente: Elaboración propia [132].

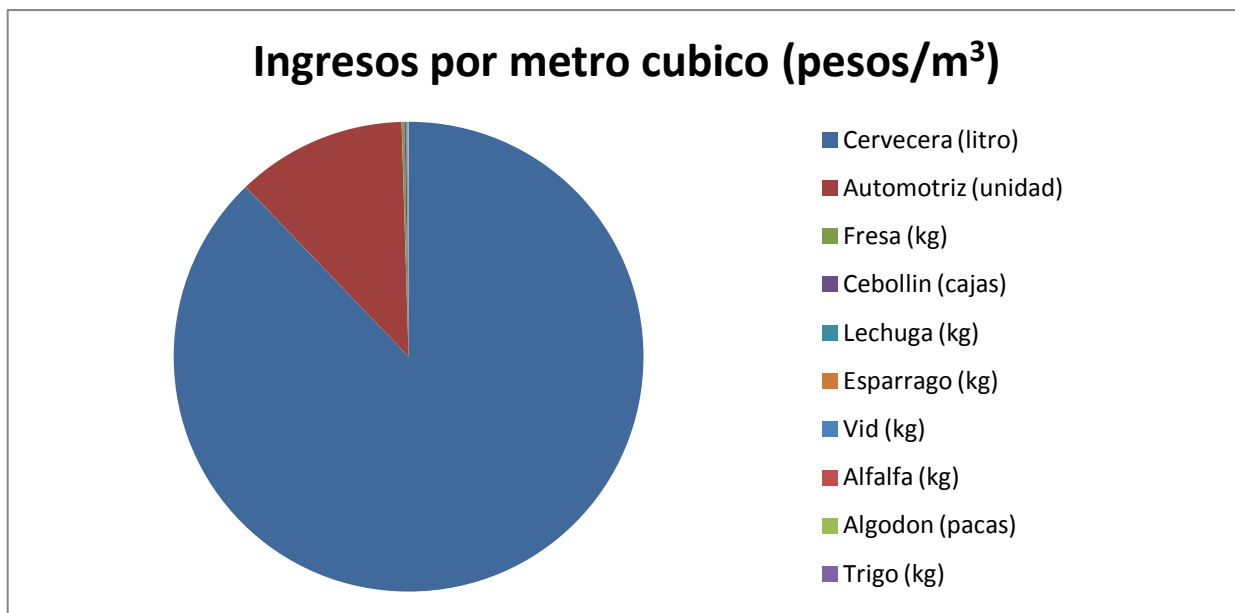


Figura 5. 1 Ingresos en pesos por metro cubico de agua en la industria y agricultura

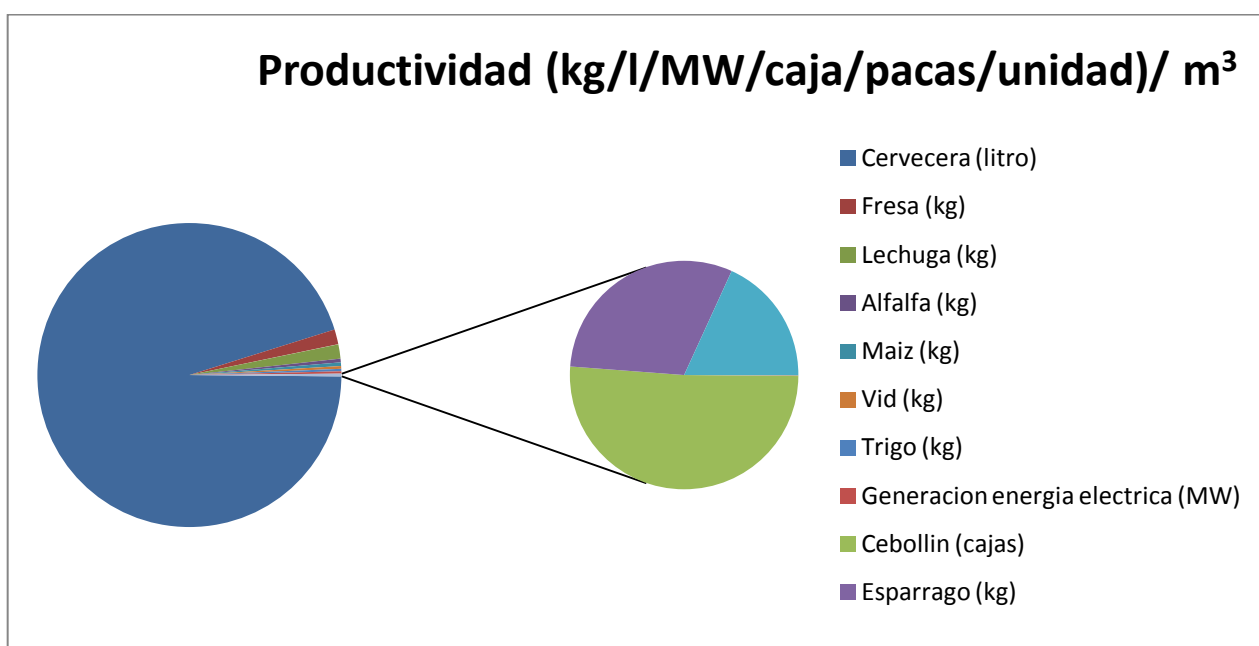


Figura 5. 2 Productividad del agua en la industria y agricultura

Mediante las gráficas se encontró que la producción del cebollín y alfalfa en nuestra ciudad son los cultivos con mayor rentabilidad económica y con alto índice de productividad, lo cual se deduce que se deben plantear las siguientes preguntas: ¿es correcto el tipo de cultivo de acuerdo a la zona? Y, por último, ¿las técnicas de riego utilizadas son las adecuadas desde el punto de vista del consumo de agua? En la industria el sector de bebidas es el que cuenta con la mayor rentabilidad económica y mayor productividad de los distintos sectores industriales de Mexicali.

Tabla 5. 22 Comparativa de la eficiencia del agua en la industria de Mexicali y el mundo.

Tipo de industria	Indicador de intensidad del uso de agua	Unidades	Indicador de intensidad del uso de agua	País/organismo	Indicador de intensidad del uso de agua	País/organismo	Observaciones
Alimentos	0.006991155	m ³ /kg	0.006666667	India [133]	0.005-0.0085	World Bank Group [134]	Primer dato es de papas fritas, los últimos dos de alimentos congelados
Automotriz (tracto camión)	15.22415615	m ³ /piezas	18.1	Daimler Trucks [135]			
Bebidas	1.584174122	m ³ /m ³	1.5-4.5	UNIDO [136]	2.29	WRAP [137]	
Empaques y embalajes	0.007168042	m ³ /kg	0.0267	The natural edge Project [138]	0.08-2	UNESCO [139]	
Generación de energía eléctrica	1.55639046	m ³ /MW-h	0.74	Alberta, Canada [140]			Ciclo combinado
Metalmecánica	0.210232803	m ³ /Ton	0.002-0.35	UNESCO [139]			
Plástico	0.005970361	m ³ /kg	0.2488	DiNicolantonio et al [141]			Botellas de plástico retornables y no retornables
Vidrio	0.001038497	m ³ /kg	0.07	UNESCO [139]			

El sector industrial en Mexicali cuenta con un buen nivel de competitividad a nivel internacional en comparación con el sector agrícola lo que demuestra claramente sus deficiencias comparado con el sector industrial; esto no quiere decir que no se cuente con oportunidades de mejora en este sector. Es claro que puede mejorar sus procesos para ahorrar el uso del agua y seleccionar los tipos de cultivo que generen un mayor rendimiento optimizando el uso del agua. Este es un momento clave para mejorar la productividad del agua tanto en el sector agrícola como en el industrial.

4.3 Metodología para la eficiencia y optimización del uso del agua en la industria

A diferencia de la metodología propuesta por Ángela Guevara [58], de cuyo análisis se desprendía un solo proyecto enfocado a la producción, la metodología propuesta en esta tesis es de análisis del sistema, la cual comprende la integración de diferentes enfoques propuestos por distintos autores. Los pasos a seguir en la nueva metodología se muestran en la siguiente figura:

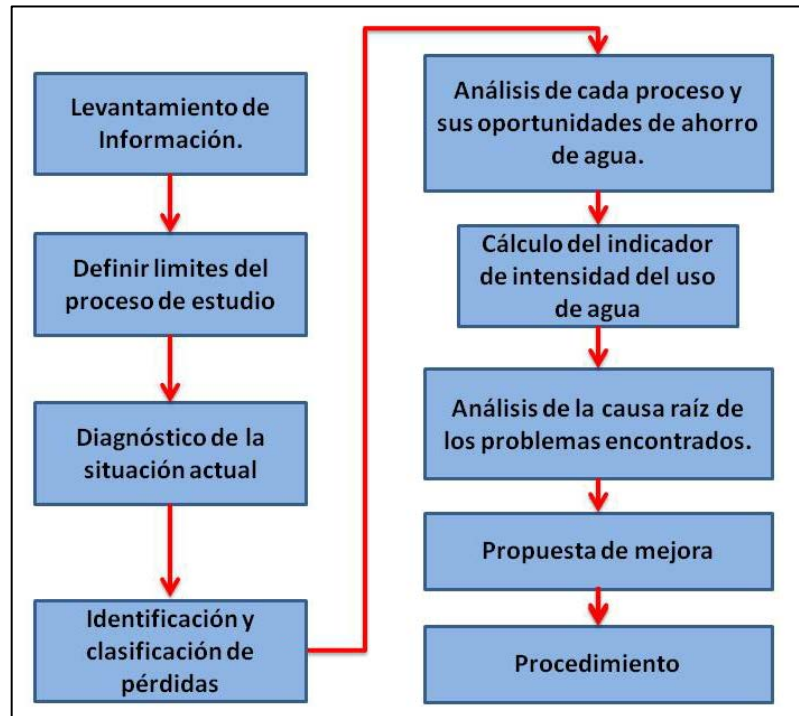


Figura 5. 3 Pasos de la metodología de identificación de pérdidas

Fuente: Elaboración propia

Paso 1: Levantamiento de Información.

El levantamiento de información consiste en el llenado de un formato elaborado para la obtención de datos, como el consumo de agua, las entradas y salidas del sistema y los requeridos para la clasificación de pérdidas, así como la identificación de los usos y recursos utilizados en dicho proceso; este formato en adelante será llamado formato A1. (Ver fig.5.4.)

Mejora Continua "En la carrera por la calidad no hay línea de meta"			
---	--	--	--

Id	Actividad:	Recursos Utilizados:

Id	Capacidad (m ³)	Consumo mensual (m ³)	Identificación de Salidas:	Desperdicio	Frecuencia de Ocurrencia (PO)	Severidad de la pérdida (SP)

Considerando:

Aspecto de Importancia	6	5	4	3	2	1
Frecuencia de Ocurrencia	A diario	3 veces/sem-1sem	3-1 vez/mes - 1 mes	1-2 veces/trim	1-3 veces/semestre	1 vez/año
Severidad de la Pérdida				Pérdida significativa	perdidas controlables	Puede obviarse por un tiempo

Observaciones : _____

Figura 5. 4 Esquema de formato A1

Mediante este formato se obtienen las entradas y salidas del sistema, lo que nos permite continuar con la siguiente etapa, esto es la elaboración de un diagrama de flujo del proceso.

Los elementos del formato A1 son:

- **Actividad/Área/Equipo:** Se registran todas las entradas de agua a la operación, como equipos, área de trabajo o una actividad específica que la utilizan; se incluyen al igual las operaciones auxiliares.
- **Recursos utilizados:** Son los recursos hídricos que intervienen ya sea en la actividad, área, equipo o proceso y se especifica su procedencia, además de alguna especificación en particular, ya sea ph (medida de acidez o alcalinidad de una sustancia), temperatura, etc.
- **Identificación de salidas:** Se detalla lo que sale del proceso, su destino próximo o en su caso el producto terminado.
- **Desperdicio:** En este punto solo se especifica si la salida del proceso genera un desperdicio, el cual también se considera un desperdicio si no es ingrediente del producto terminado.
- **Frecuencia de ocurrencia:** La frecuencia de ocurrencia está en función de cuántas veces al día, semana, mes o año se repite el evento.
- **Severidad de la pérdida:** Se refiere a la gravedad de la pérdida y sus efectos.

Para el caso de empresas de nueva creación o de ser requerido un análisis de factibilidad de la calidad del agua y analizar la fuente de agua más apropiada para nuestro proceso, se realizara basado en criterios de costo, disponibilidad y calidad con la siguiente ponderación:

- Costo – 40 puntos
- Disponibilidad- 30 puntos
- Calidad – 30 puntos

Criterio 1 Costo: En este apartado se toma en cuenta el mejor costo, no solo del uso del agua sino el costo de instalación requerido por cada diferente fuente de agua. Este punto va de la mano con el criterio 3, ya que se busca una mejor relación costo-calidad. Se otorga un máximo de 35 puntos. Ejemplo:

Para cada tipo de fuente de agua en base al costo por proyecto analizado se otorgará la puntuación más alta al proyecto con menor costo, este se tomará como costo base y las siguientes ponderaciones se calcularán de la siguiente manera:

$$Ponderacion = \frac{Costo\ base * 35}{Costo\ del\ proyecto}$$

Criterio 2 Disponibilidad: Este criterio se basa de acuerdo a la relación demanda-disponibilidad de la fuente de agua. Se otorgará un máximo de 30 puntos.

Criterio 3: Calidad: Se realizarán análisis químicos de cada fuente de agua, y se elegirá el mejor criterio basados en la cual no requiera algún proceso adicional para el tratamiento de agua en caso de ser requerido para el proceso. Se otorga un máximo de 35 puntos

Al final se sumarán las ponderaciones por cada tipo de fuente de agua analizada y se tomará la que obtuviera mayor puntuación.

Paso 2: Definir límites del proceso de estudio.

Los límites del proceso de estudio se definirán mediante la creación de un diagrama de flujo del proceso, para lo cual previamente se hizo la investigación con el formato A1, en el cual se identificaron los consumos por equipo, proceso o línea de producción y además se detectó cuales cuentan con mediciones históricas para efecto de utilización en pasos siguientes.

Paso 3: Diagnóstico de la situación actual

Una vez definido el diagrama de flujo del proceso, mediante el uso de datos históricos de consumos por proceso o equipo, con los datos de consumo de agua se procederá a realizar un análisis, de la estabilidad de los procesos mediante el uso de gráficas de control. Con dichos datos se tendrá el panorama actual del uso del agua en la empresa. En caso de no contar con datos históricos, ya que la empresa solo cuenta con el medidor principal, este paso se omite y se continúa al paso 4.

Paso 4. Identificación y clasificación de pérdidas

Con el formato A1, se evaluó el proceso y se le asignó una ponderación a cada proceso/equipo del sistema, en esta evaluación fue de acuerdo a los siguientes criterios:

Frecuencia de ocurrencia: La frecuencia de ocurrencia está en función de cuántas veces al día, semana, mes o año se repite el evento.

- Valor 6: Cuando el evento se repite todos los días.
- Valor 5: Cuando el evento se repite más de tres veces a la semana hasta una vez por semana, no influye directamente en el producto final.
- Valor 4: Cuando el suceso se repite tres veces al mes hasta una vez por mes.
- Valor 3: Cuando el suceso se repite una vez por trimestre hasta dos veces por trimestre.
- Valor 2: Cuando el suceso se repite una vez por semestre hasta tres veces por semestre.
- Valor 1: Cuando el evento se repite por lo menos una vez al año, estos sucesos pueden ser mantenimientos anuales programados o eventos extraordinarios.

Severidad de la pérdida

- Valor 3: Cuando el agua consumida se va a disposición final, no se regresa al inicio del proceso en caso de contar con sistema de tratamiento de aguas, o se pudiera reutilizar en otra área.
- Valor 2: Cuando el evento no genere pérdidas de impacto, estas sean atribuidas a equipos auxiliares, donde su consumo es mínimo en comparación a otros equipos o procesos, pero no se descarta que el proceso aún pueda mejorar.
- Valor 1: Cuando el evento no genere pérdida, pero sea parte de la utilización final del producto.
- Valor 0: Cuando el evento no genere pérdidas.

De acuerdo a las evaluaciones se tomará la puntuación más alta para su análisis más detallado en conjunto con el Pareto realizado con los consumos de agua en metros cúbicos, en esta etapa de asignación de ponderaciones, sirve como un pre análisis a los problemas detectados en nuestro sistema y sus posibles áreas de mejora en la siguiente tabla se detalla cómo se calculará la pérdida significativa identificada.

Tabla 5. 23 Ejemplo de cálculo de ponderaciones de pérdidas.

Pérdida significativa identificada.	Ponderaciones		
	Frecuencia de ocurrencia	Severidad de la pérdida	TOTAL
1.	4	3	4 + 3 = 7
2.	5	2	5 + 2 = 7
3.	3	1	3 + 1 = 4

Paso 5: Análisis de cada proceso y sus oportunidades de ahorro de agua.

En este paso se realizará un análisis mediante dos gráficos de Pareto, el primero mediante la tabla de ponderaciones de pérdidas, el segundo se obtendrá mediante los datos de consumos históricos de los procesos, de dicho análisis se identificarán áreas de oportunidad, además de definir las áreas de estudio, se cotejarán los dos gráficos y las áreas prioritarias a trabajar.

Paso 6: Cálculo del indicador de intensidad del uso de agua.

Con el histórico de consumos mensuales de m³ y de producción previamente obtenidos, se procede a tener la medida de rendimiento, la cual será una de nuestras variables de respuesta a optimizar.

El indicador de intensidad del uso de agua se calculará a través de la siguiente fórmula:

$$Y = \frac{\sum \text{Entrada Principal}}{\sum \text{Cantidad de unidades producida}} = \frac{(m^3)}{u}$$

Dónde:

Y= litros de agua consumida por unidades producidas.

Entrada principal: Es la sumatoria del volumen de agua que entra al sistema suministrado por el organismo operador ó proveniente de pozo o canal en un mes calendario.

Cantidad de unidades producida: Es la producción mensual, en la cual sus unidades pueden ser litros, kilogramos, piezas, MW-h, etc.

Paso 7: Análisis de la causa raíz de los problemas encontrados

Cuando se cuente con datos históricos del consumo del agua, se utilizarán las herramientas estadísticas como diseño de experimentos y gráficas de contorno; se explica su uso a continuación:

- **Diseño de experimentos:** Con el uso de esta herramienta, en los pasos previos se definió y delimitó el área de estudio, de acuerdo a la disponibilidad y tipo de datos, se podrá realizar un ANOVA de un solo factor, o un diseño factorial. En caso de contar con un diseño factorial, no se requerirá el apoyo de las gráficas de contorno.
- **Gráficas de contorno:** Se utilizan para explorar la relación potencial entre tres variables, se aplicará entre dos factores (equipo o proceso) y la variable de respuesta será el indicador de intensidad del uso de agua.

En caso de no contar con datos históricos y haber identificado y clasificado las pérdidas, se utilizará la siguiente herramienta:

- **Diagramas causa-efecto:** Su uso es para identificar las relaciones que pudiesen afectar en la variación de los procesos, con dicho análisis se pueden obtener recomendaciones para ampliar el análisis de la investigación, o causas que pudiesen afectar en el análisis, ajenas a la investigación si no a los procedimientos y la instalación de la empresa donde se realice el análisis.

Paso 8: Propuesta de mejora

Obtenido en el análisis previo las áreas de oportunidad y áreas de mejora, se procederá a su evaluación, el análisis comprenderá una proyección del ahorro estimado del agua, además de las propuestas de mejoras a implementar para la solución del problema.

En este paso la evaluación costo-beneficio se realiza calculando los costos que implicarían la propuesta de mejora incluyendo gastos de operación a futuro, en caso de que aplicara se utilizaría el valor actual neto, después de obtener dichos costos, se enlistan los beneficios obtenidos de la implementación y en términos monetarios en que se vería reflejado estos beneficios. Con los datos obtenidos de costos y beneficios se calcula la relación beneficio-costos [142]:

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = \frac{\$}{\$}$$

Los beneficios con una relación B/C mayor a 1 deben ser aceptados, en el caso de varias propuestas de proyectos, al momento de elegir un proyecto de igual forma se deben de comparar costos de inversión de cada uno, además de la relación B/C.

Paso 9: Desarrollo del procedimiento

Se refiere a la estandarización de la investigación realizada, se realizarán las modificaciones pertinentes, y se documenta la metodología aplicada.

Paso 10: Seguimiento y control

Después de implementadas las propuestas de mejora, se requerirá controlar los procesos mediante herramientas de control estadístico de procesos; una herramienta importante en

este paso son las cartas de control para evaluar la estabilidad de los procesos, además se sugiere una retroalimentación de los pasos anteriores, esto con la finalidad de seguir mejorando los procesos.

Se resumen los pasos de la metodología en la siguiente tabla:

Tabla 5. 24 Metodología desarrollada.

Paso no.	Metodología	Herramientas	Datos a utilizar
1	Levantamiento de información	Formato propuesto.	Procesos y recursos utilizados.
2	Definir límites del proceso de estudio	Diagrama de flujo de procesos	Procesamiento de datos de paso anterior.
3	Diagnóstico de la situación actual.	Gráficos de control	Datos históricos de consumo de agua en m ³ por procesos.
4	Identificación y clasificación de pérdidas	Criterio de ponderaciones propuesto.	Clasificación de pérdidas con datos recabados en paso 1.
5	Análisis de cada proceso y sus oportunidades de ahorro de agua.	Diagrama de Pareto	Análisis de datos obtenidos en paso 3 y 4.
6	Cálculo del indicador de intensidad del uso del agua	Medidas de rendimiento de producción y agua.	Consumo de agua mensual y producción mensual
7	Análisis de la causa raíz de los problemas encontrados.	DOE, Diagramas causa-efecto, gráficas de contorno.	Análisis de datos obtenidos
8	Propuesta de mejora	Propuestas y evaluación de alternativas de solución. Evaluación beneficio-costos.	Costo de agua por m ³ , ingresos netos, consumo mensual de agua.
9	Desarrollo del procedimiento	Documentación del proceso de mejora.	Documentación de la metodología aplicada.
10	Seguimiento y control	Control estadístico de procesos	Consumo de agua por proceso.

Capítulo 5. Resultados

5.1 Aplicación de la metodología propuesta a un caso de estudio

La aplicación del caso de estudio se realizó en una empresa embotelladora de bebidas carbonatadas donde el alcance de su estudio abarca el periodo 2015-2017. Se eligió esta empresa porque cuenta con las distintas actividades encontradas en la tabla 5.16.

La embotelladora de bebidas carbonatadas donde se realizó el estudio, produce 15 bebidas distintas en distintas presentaciones (vidrio, plástico), distintos tamaños y sabores. Sus productos son muy consumidos por la calidad que los caracteriza. Es producto 100% de exportación y producen en promedio 6 millones de litros mensuales, además cabe mencionar que utilizan agua de CESPAM.

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 dar inicio a la producción (tanques que han sido saneados con anticipación). Los tanques a utilizar dependen 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. La empresa cuenta 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 este tanque es disuelta el azúcar en el agua 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.

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). Luego de este proceso son directamente enviadas a su almacén en Texas.

Es importante mencionar el papel del departamento de calidad, quienes cada 30 minutos toman muestras del producto terminado y le realizan los controles para garantizar la satisfacción del cliente.

Paso 1. Levantamiento de información

Se realizó el levantamiento de información mediante el formato A1; con la información recabada de este primer paso, se procedió a definir los límites del proceso bajo estudio, el cual se ejemplifica en la figura 6.1.

Paso 2. Definir los límites del proceso del estudio de caso.

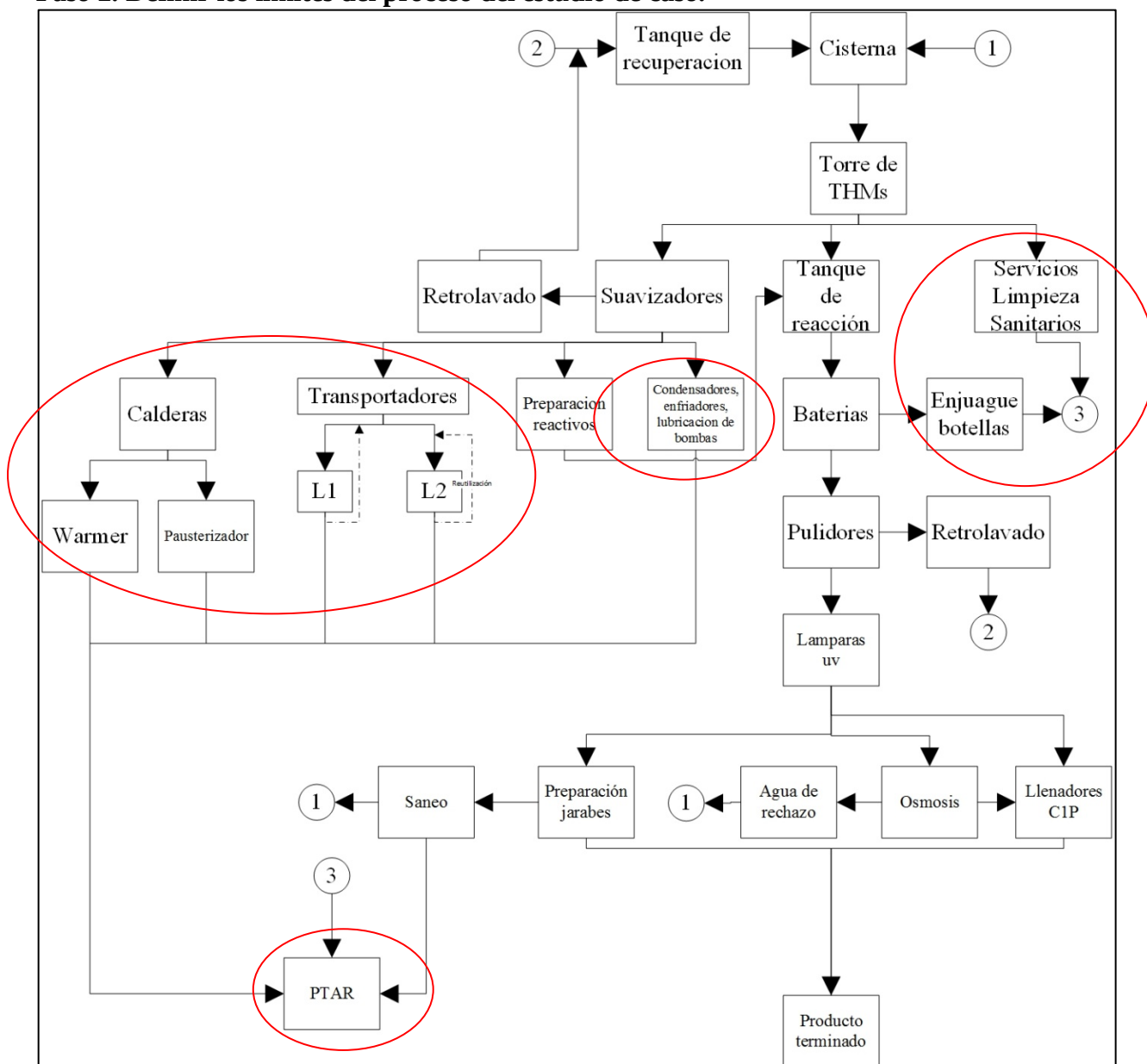


Figura 6. 1 Diagrama de flujo

Elaboración del Refresco

De acuerdo a la figura 6.1, el agua que interviene en el proceso es tomada directamente del agua municipal tratada por CESP. El proceso de elaboración de las bebidas carbonatadas empieza con un tratamiento en la torre de trihalometanos, donde se le da un tratamiento de cloración al agua para eliminar desinfectar el agua de todos aquellos microorganismos patógenos presentes en ella. El agua tratada en este paso se utiliza en el tanque de reacción y en el proceso en el equipo 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, preparación de reactivos de hipoclorito de sodio (para ser usado en el tanque de reacción), enfriadores, lubricación de bombas, condensadores y calderas.

En el tanque de reacción se utiliza el hipoclorito de sodio para desinfectar el agua, luego es enviada a las baterías de filtros de arena y carbono activado donde se elimina el olor, sabor, color y cualquier partícula extraña que pueda perjudicar el proceso de producción. El agua tratada en las baterías, se utiliza para el enjuague de las botellas de vidrio y para su envío a los pulidores y seguir con el proceso.

La función del equipo de pulidores 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. Cuando es requerido de acuerdo a las especificaciones del producto el agua tratada se envía al proceso de ósmosis inversa en el cual se purifica el agua, en el cual se logra un elevado porcentaje de retención de partículas, disueltas y no disueltas (hasta un 99% de retención de sales disueltas).

El agua tratada ya sea sólo 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 empaque y almacenamiento.

Paso 3. Diagnóstico de la situación actual

Se recolectaron datos históricos de los consumos de los principales equipos, de Enero 2015 a Marzo 2016, los cuales se muestran en la tabla 6.1. Se investigó la estabilidad de los procesos mediante el uso de gráficas de control, en dicho análisis se incluyeron los datos individuales por mes. De igual manera se incluyeron las gráficas 6.2 y 6.3 donde se observan los procesos fuera de control, los cuales son factores a analizar a detalle en la siguiente etapa.

Tabla 6. 1 Datos históricos del consumo de agua en planta embotelladora (metros cúbicos).

Descripción	ene-16	feb-16	mar-16	Acumulado	Observaciones
Cisterna	8,914	8,718	7,812	126,829	Dato de entrada principal
Tanque de reacción	8,616	9,001	7,552	122,554	
Suavizadores	1,208	1,354	1,427	30,768	
Calderas	102	29	41	646	
Baterías	8,616	9,002	7,552	122,554	
Pulidores	7,575	7,578	6,480	104,655	
Enjuague botellas	1,042	1,423	1,072	17,898	Diferencia baterías y pulidores
Limpieza de línea	893	1,106	1,167	26,941	Diferencia de Suavizadores, calderas, transportadores y sanitarios
Preparación jarabes	6,147	6,393	5,521	86,104	
Transportadores	213	218	219	3,181	

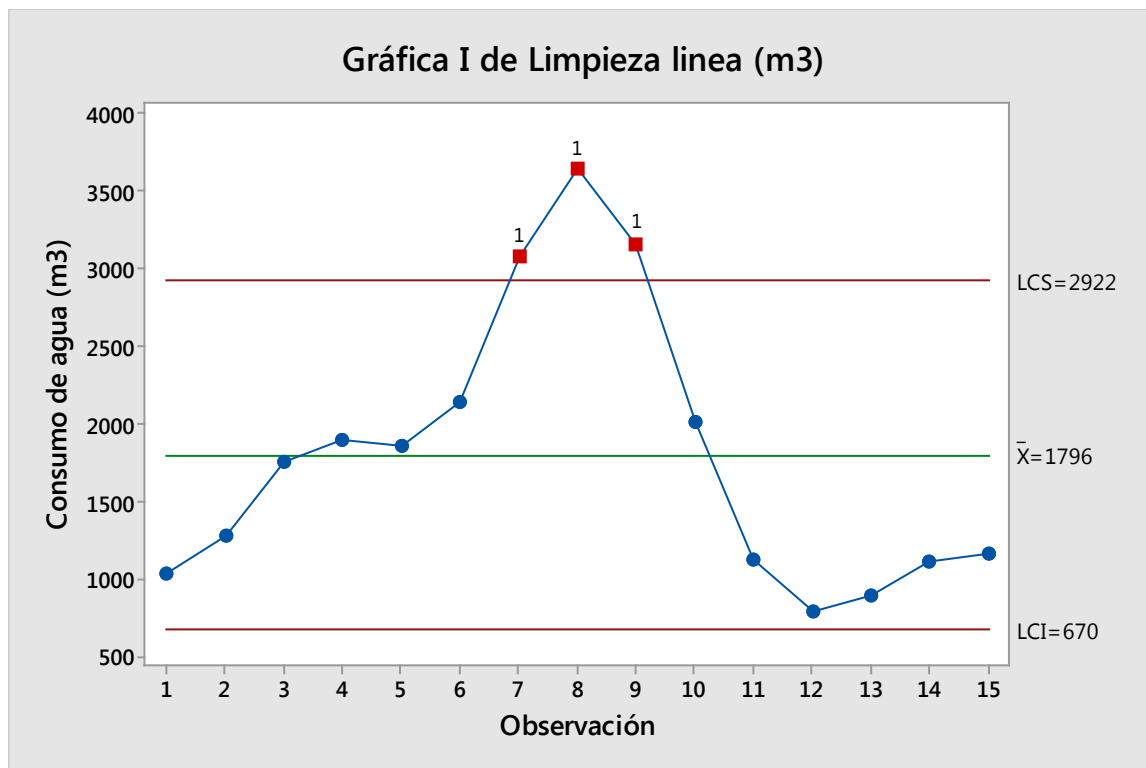


Figura 6. 2 Gráfica de control de limpieza de línea

Se realizaron gráficas de control para observar el comportamiento de los procesos, con datos mensuales de consumo de agua en limpieza de línea, con un límite superior de 2922 m³, límite inferior de 670 m³ y una media de 1796 m³. Se observa que durante 3 meses se tuvieron datos fuera de los límites, con lo cual este proceso se encontraba fuera de control y sería uno de los procesos a analizar, sus causas y si este influye en nuestra variable de rendimiento (productividad del agua).

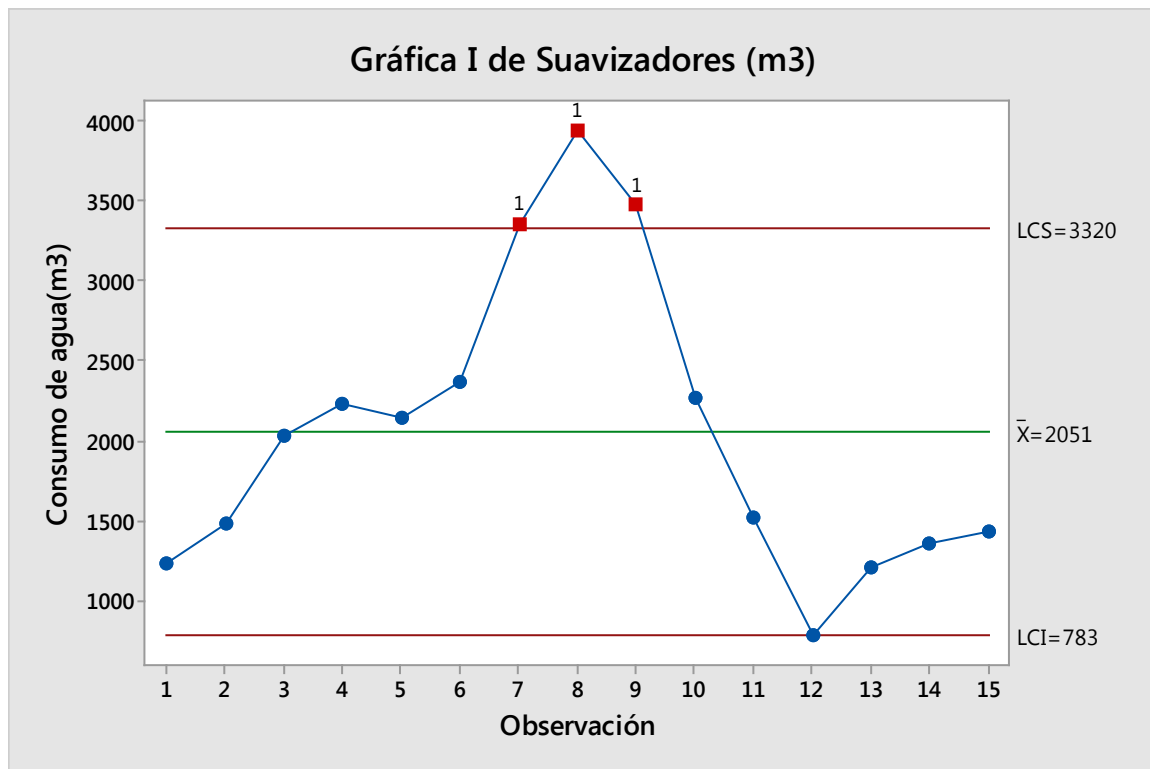


Figura 6. 3 Gráfica de control de suavizadores

De igual manera el otro proceso fuera de control, es el de tratamiento de agua con suavizadores. El límite superior es de 3320 m³, el límite inferior de 783 m³ y la media de 2051 m³, con lo cual este proceso se encuentra fuera de control; estos 3 meses coinciden con el periodo analizado en limpieza de línea. Este análisis se realizó también para los demás procesos, pero solo estos dos se salieron del rango en las gráficas de control.

Paso 4. Identificación y clasificación de pérdidas

De acuerdo a la ponderación asignada a la frecuencia de ocurrencia y severidad de la pérdida, en la tabla 6.2 se tienen los totales de la clasificación de ponderación de pérdidas.

Tabla 6. 2 Clasificación de las pérdidas.

Descripción	Frecuencia de Ocurrencia	Severidad de la pérdida	Total
Calderas	6	2	8
Baterías	6	1	7
Suavizadores	6	2	8
Pulidores	6	1	7
Ósmosis	6	1	7
Enjuague botellas	6	3	9
Limpieza de línea	6	3	9
Preparación de jarabes	6	1	7
Transportadores	6	2	8
Warmer	5	2	7
Torre de enfriamiento	5	2	7
PTAR	6	3	9

Paso 5. Análisis de cada proceso y sus oportunidades de ahorro de agua

De acuerdo a lo observado en la figura 6.4 las principales áreas que resultaron del análisis de pérdidas son: Enjuague de botellas, limpieza de línea, PTAR, calderas, suavizadores, transportadores, cada respectivo valor se encuentra identificado en la tabla 2 de las clasificaciones del análisis de pérdidas realizada en pasos anteriores. En la figura 6.5 se realizó el análisis con los consumos históricos de enero a marzo del 2016, considerando el acumulado de estos meses, de este análisis los mayores consumidores son: cisterna, baterías, tanque de reacción, pulidores y preparación de jarabes.

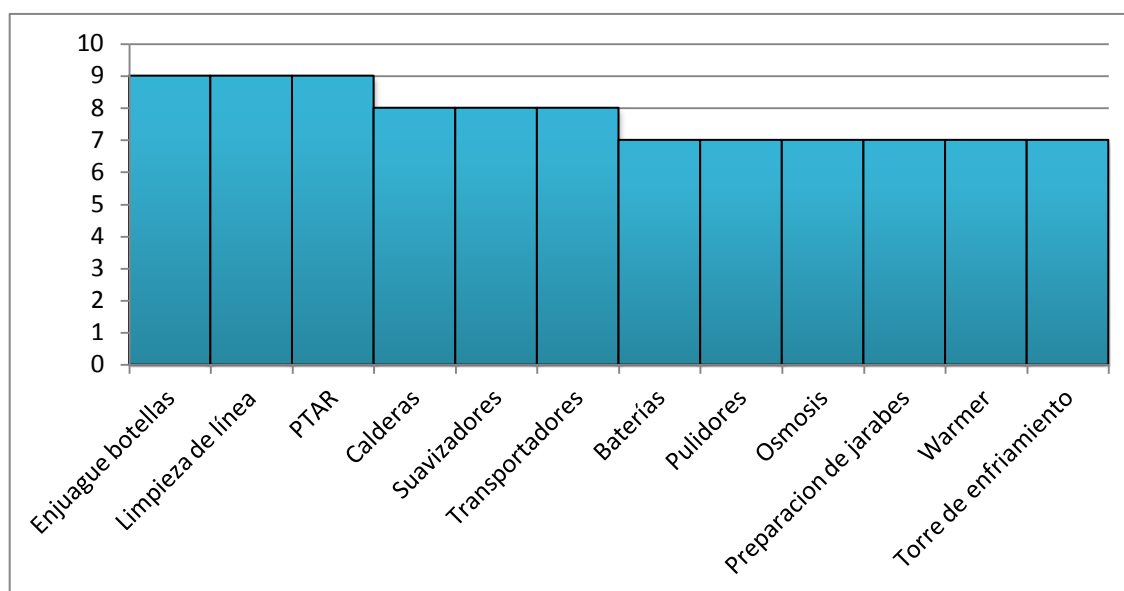


Figura 6. 4 Pareto de calificación de ponderaciones.

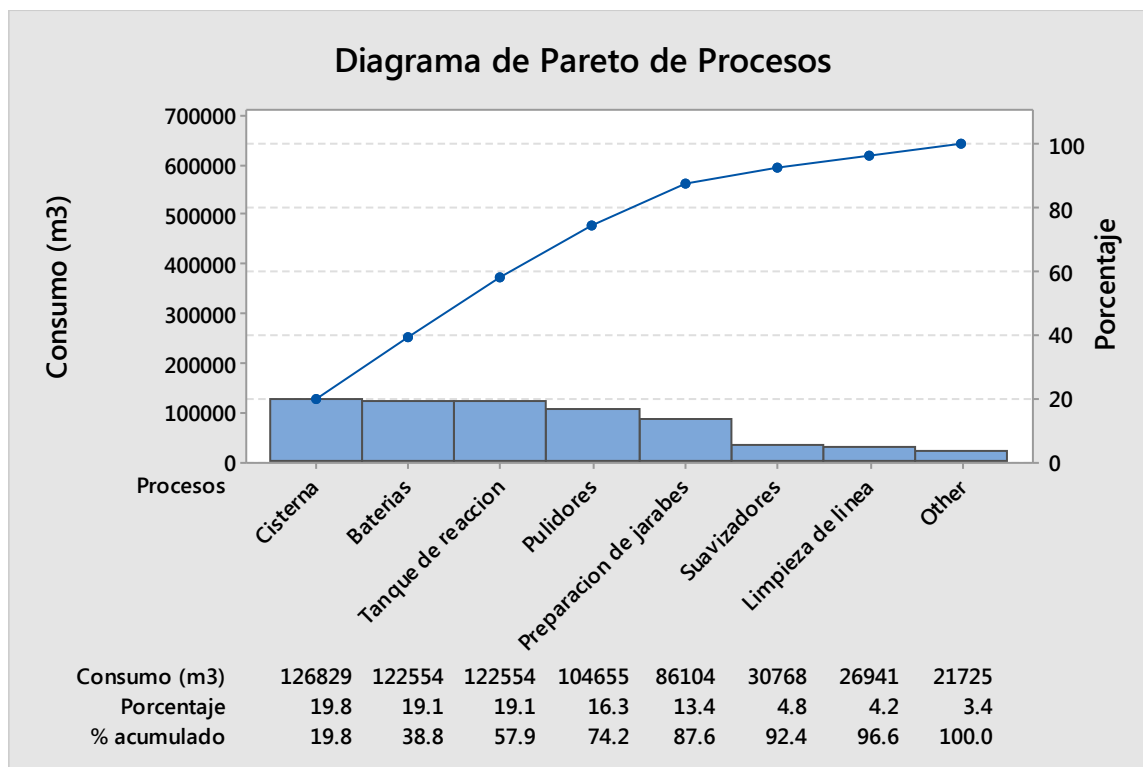


Figura 6. 5 Pareto de consumo de agua de acumulado de Enero de 2015 a Marzo de 2016.

Para el análisis con herramientas estadísticas no se consideraran en este análisis, los siguientes:

Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) por ser un proceso de solo descarga de agua, su consumo está en función de los consumos de los demás procesos: cisterna, es solo un tanque de almacenamiento para el consumo de los procesos y tanque de reacción es solo un proceso de cloración de agua, no se tienen pérdidas en este proceso. Enjuague de botellas, limpieza de línea, calderas, suavizadores, transportadores, baterías. En la figura 6.5 se realizó el análisis con los consumos históricos de enero a marzo del 2016, considerando el acumulado de estos meses, de este análisis los mayores consumidores son: cisterna, baterías, tanque de reacción, pulidores y preparación de jarabes. De las dos gráficas se consideraron para el análisis: baterías, pulidores, preparación de jarabes, enjuague de botellas, limpieza de línea y suavizadores. Calderas no se consideró por ser equipo auxiliar para la elaboración del refresco, no obstante si es tema para análisis posteriores.

Paso 6: Cálculo del indicador de intensidad del uso de agua.

Este indicador implica la eficiencia que tienen en el uso del agua en su producción de refrescos, este comprende el acumulado del periodo de enero a marzo 2016.

$$Y = \frac{\sum \text{Entrada Principal } l}{\sum \text{Cantidad de unidades producidas}} = \frac{126829000 \text{ } l}{86104226.28 \text{ } l} = 1.47 \frac{\text{litros agua}}{\text{litros bebida}}$$

Paso 7. Análisis de la causa raíz de los problemas encontrados.

Con el análisis de la información obtenida se procedió a realizar un diagrama causa-efecto para identificar las relaciones que pudiesen afectar en la variación de los procesos, el cual se muestra en la figura 6.6. Podemos inferir que una de las principales causas de la variación de los procesos de limpieza de línea y suavizadores, es la falta de instrumentos de medición y la variación en los tiempos en los que se lleva a cabo la actividad de limpieza.

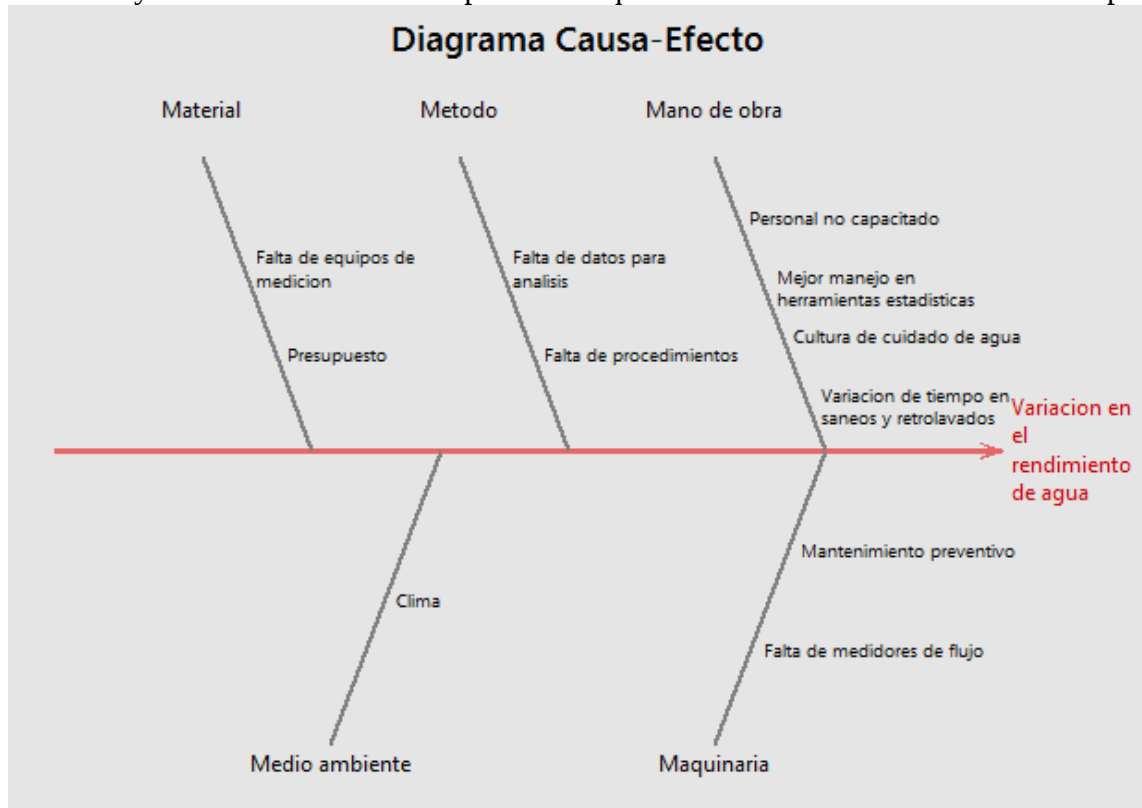


Figura 6. 6 Diagrama causa-efecto.

Mediante un análisis de varianza de un solo factor (procesos) con 6 niveles y 15 réplicas se determinó que los procesos seleccionados influyen en la variación en el consumo de agua. Los procesos seleccionados fueron: Limpieza de línea, enjuagues de botellas, baterías, pulidores, preparación de jarabes y suavizadores. Las 15 réplicas fueron los datos históricos de Enero 2015 a Marzo 2016.

El modelo estadístico para el análisis de varianza es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \text{ para } i = 1, 2 \dots k; j = 1, 2 \dots n$$

Donde:

- Y_{ij} es la observación ij -ésima
- μ es la media global común a todos los tratamientos
- τ_i es el efecto debido al tratamiento i
- ε_{ij} es el componente del error aleatorio.
- Hipótesis a probar:

- $H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$
- $H_1 = \mu_i \neq \mu_j$
- Si los procesos elegidos para el análisis de varianza influyen en nuestra variable de rendimiento, se rechaza la hipótesis nula (H_0). Para determinar si se acepta o rechaza H_0 se utiliza el siguiente criterio:
Si $p > \alpha$, no rechazar H_0
Si $p \leq \alpha$, rechazar H_0

Esto es porque si se aceptara H_0 quiere decir que las medias entre cada proceso son iguales, hipótesis alternativa (H_1) sus medias son diferentes.

Tabla 6. 3 Análisis de varianza para consumo de agua

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medias de cuadrados	F0	P
Procesos	5	677,934,888	135,586,978	146.19	0
Error	84	77,908,146	927,478		
Total	89	755,843,034			

Mediante el análisis de varianza de un solo factor, se encontró que los procesos seleccionados influyen en nuestro indicador de intensidad del uso del agua, ya que el valor P mostrado en la tabla de ANOVA es igual a 0, menor que el nivel de significancia $\alpha = 0.05$

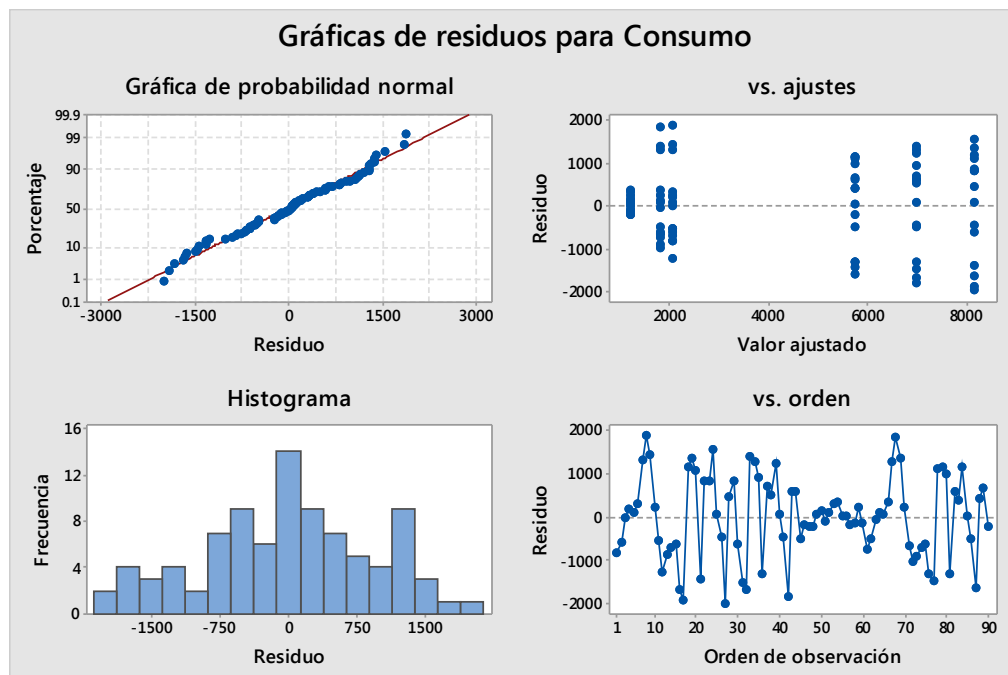


Figura 6. 7 Gráfica de residuos para consumo de agua.

Se utilizó el software estadístico Minitab en su versión 17 para elaborar las gráficas de residuos con el fin de verificar los supuestos del modelo, (normalidad, varianzas constantes e independencia de los datos) encontrándose que se cumple con ellos.

Por último, se utilizaron gráficas de contorno para explorar la relación potencial entre tres variables, con el fin de analizar cómo los factores limpieza de línea y preparación de jarabes afectan la variable de respuesta, la cual es el rendimiento de producción (litros de agua consumida/litros de bebida producida), se integró al reporte la gráfica que mostro resultados concluyentes. Las áreas sombreadas de la gráfica de acuerdo al color mostrado es el valor de rendimiento, el eje X representa los valores de consumo de limpieza de línea de mes por mes y en el eje Y los consumos mensuales de agua de preparación de jarabe, donde la sección con verde oscuro son rendimientos mayores a 1.6, con valores de preparación de jarabes menores a 5,000 m³ y consumos de 2,000 a 2500 m³ en limpieza de línea. Con esto se puede concluir que el proceso de limpieza de línea es determinante en niveles no deseados en nuestra medida de rendimiento y no influye si se cuenta con producción baja en preparación de jarabes.

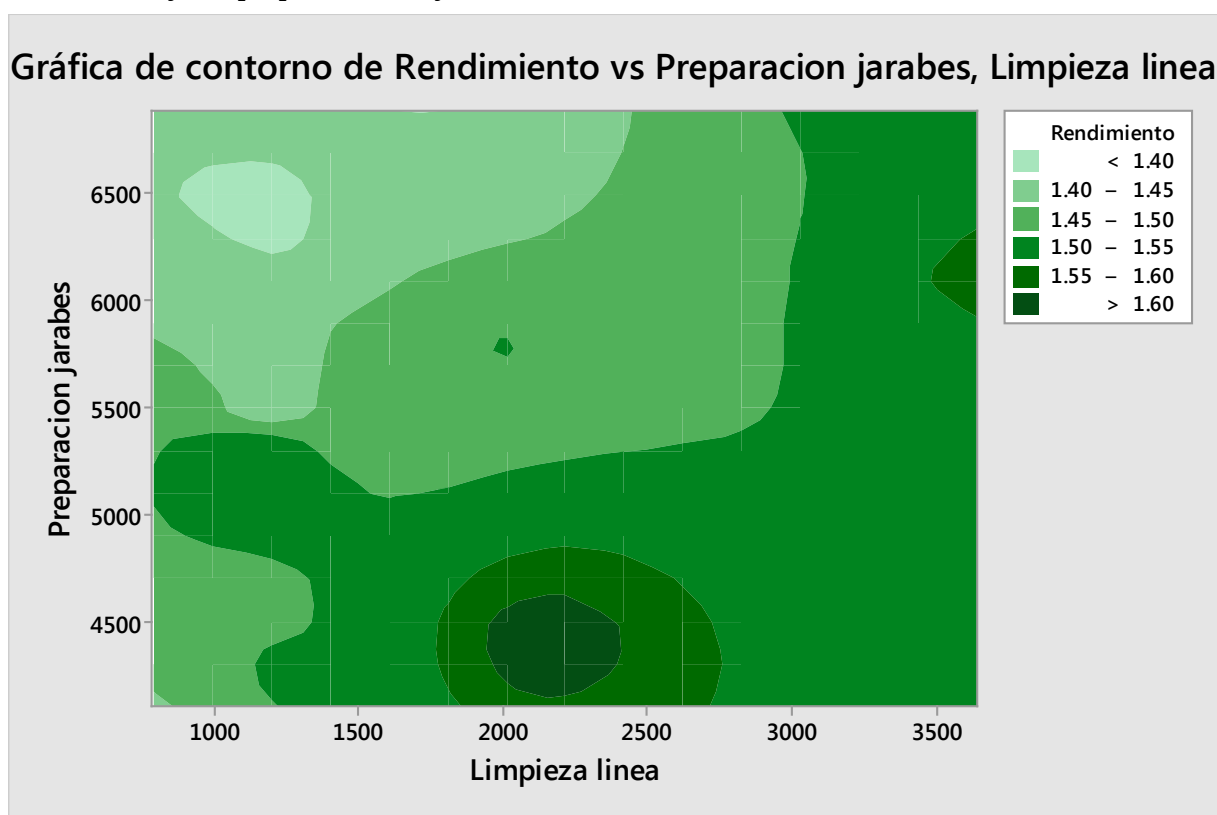


Figura 6. 8 Gráfica de contorno de limpieza de línea.

En conclusión, con el análisis estadístico se encontró que los procesos sí influyen en el consumo de agua. Además, en un análisis más a fondo a éstos se encontró que el agua consumida para la limpieza de línea influye en la medida de rendimiento.

Paso 8: Propuesta de mejora

Las propuestas de mejora son:

- Estandarización del proceso en limpieza de línea y enjuague de botellas. Actualmente se realiza con un tiempo estimado, el cual estipula su procedimiento estandarizado, el cual lo hace cada operador de turno con variaciones en los tiempos, ya que ellos toman dato de la hora de inicio y se realizan otras actividades, donde solamente su único dato es la hora del reloj o celular que tomaron como inicio del proceso.

El proceso de limpieza en los tanques de jarabes y enjuague de botellas se realiza por distintos operadores su tiempo promedio es de 25 minutos, este tiempo difiere entre operadores, en este proceso se propone que el tiempo sea reducido en un 20%, es decir que sea de 20 minutos, esto fue revisado con el departamento de calidad, asegurando que el tiempo no afectaría en la limpieza. Este tiempo se puede reducir hasta 15 minutos dependiendo del proceso de limpieza que se efectúe.

Considerando la propuesta de mejora (reducir el tiempo de lavado en 20%) se presentan los ahorros estimados en la tabla 6.4

Tabla 6. 4 Ahorro estimado (metros cúbicos).

Descripción	Acumulado	Ahorro 20%	C/ahorro 20%
Cisterna	126,829		117,224.93
Enjuague botellas	17,898.2	3,579.64	
Limpieza de línea	26,941.34	5,388.27	
Preparación jarabes	86,104.23		86,104.23
Transportadores	3,180.8	636.16	
Rendimiento agua	1.47		1.36
Ahorro estimado		9,604.07	

Con un ahorro del 20% en el tiempo de limpieza impactaría con una disminución en el indicador de intensidad del uso del agua en 0.11, (7.48%) con los datos del consumo de agua acumulado de enero 2015 a marzo 2016, lo cual implica una reducción promedio de 640.27 m³ de agua.

Cabe mencionar que los costos atribuibles a esta propuesta de mejora, sólo implicarían la sensibilización a los operadores lo cual sería mediante capacitación, sin requerir una inversión significativa por parte de la empresa.

Los costos de implementar la propuesta de mejora implicarían el costo de un día de capacitación de 6 empleados que operan dichas áreas y el del capacitador, en este caso el supervisor. Se calculó el salario de 7 empleados, para el salario se utilizó el salario promedio proporcionado por IMSS [143], sector 23 Elaboración de bebidas, el cual es de

\$413.06 pesos diarios por empleado, cabe destacar que en dicho salario se contemplan el de todos los niveles desde directivos o empleados operativos.

$$\text{Costo} = \$413.06 * 7 = \$2,891.42$$

Como beneficios atribuibles al proyecto están los siguientes:

Disminución en el consumo del agua, en el análisis proyectado se contempla un ahorro de 9,604.07 m³ en 15 meses, esto quiere decir un ahorro de 640.27 m³ mensuales.

Del último mes analizado en marzo del 2016 su facturación fue de \$359,866.37 con un consumo de 7811 m³, con el ahorro proyectado sería un consumo de 7,162 m³ y su costo de facturación sería de \$329,934.49. Esto implica un ahorro de \$ 29,931.88.

Otro indicador social importante es que el sector industrial subsidia los costos de agua residencial, para que sean menores, este impacto social es cada vez más requerido en las empresas ya que se busca el ser socialmente responsables; Mediante entrevista vía correo electrónico a un funcionario de CESPМ [144], se obtuvo que el costo de operación es de \$18.24 pesos por metro cúbico. En la siguiente tabla se tienen los costos operativos y los costos de facturación de diferentes consumos del sector residencial y del sector industrial.

Tabla 6. 5 Ingresos de facturación- costos de operación CESPМ.

Concepto	Consumo (m ³)	Costo CESPМ (pesos)	Facturación(pesos)	Diferencia	% utilidad
Industria	8.00	\$ 145.92	\$ 351.98	\$ 206.06	41.46%
	29.00	\$ 528.96	\$ 1,143.89	\$ 614.93	46.24%
	1,001.75	\$ 18,271.92	\$ 45,159.16	\$ 6,887.24	40.46%
	1,650.00	\$ 30,096.00	\$ 74,604.28	\$ 44,508.28	40.34%
	7,162.00	\$ 130,634.88	\$ 329,934.49	\$ 199,299.61	39.59%
	7,811.00	\$ 142,472.64	\$ 359,866.37	\$ 217,393.73	39.59%
Residencial	8.00	\$ 145.92	\$ 63.74	-\$ 82.18	-43.68%
	29.00	\$ 528.96	\$ 167.46	-\$ 361.50	-31.66%
Costo de producción (m³)	18.24 pesos/m ³				

Solamente esta empresa en el recibo de un mes subsidiaría \$ 217,393.73 pesos al servicio residencial, esto se calculó con 7,811 m³ el cual fue el consumo, que beneficia a 601 casas habitación con consumo promedio de 29 m³.

Lo anterior se calculó de la siguiente forma:

La empresa genera utilidades de \$217,393.73 pesos en un consumo de 7,811 m³ y una casa habitación con un consumo de 29 m³ genera pérdidas de \$361.5 pesos, las ganancias de \$217,393.73 se divide entre 361.5 y esto nos da 601.36 que sería el número de residencias que su consumo subsidiaría.

La actividad económica de la empresa le da un valor al agua por su productividad, este se calcula de la siguiente manera:

$$\textbf{Productividad económica del agua} = \frac{\textbf{Utilidad neta}}{\textbf{Consumo mensual de agua}} = \frac{\$}{m^3}$$

La utilidad neta son las ganancias que genera la empresa después del pago de impuestos y gastos directos e indirectos.

Se calculó la productividad económica desde el punto de vista de la generación de empleos, los cuales son 119, se calculó en base al salario promedio proporcionado por IMSS [143], sector 23 Elaboración de bebidas, el cual es un salario de 413.06 pesos por empleado.

Costo= \$413.06 *119 * 30 días = \$ 1,474,624.2

$$\textbf{Productividad económica del agua} = \frac{\$1,474,624.2}{7,162 m^3} = 205.89 \frac{\$}{m^3}$$

La productividad económica del agua, en relación de la nómina de empleados pagados, al igual que el impacto de su aportación de ingresos a CESPМ y que de esto se subsidia una baja en las tarifas en el sector residencial, estos dos indicadores sociales miden el impacto de la empresa en relación al dinero aportado a la comunidad por metro cúbico consumido.

Por último, se calculó la relación beneficio costo de este proyecto analizado y los valores atribuibles de ahorro en beneficios.

Costos: \$ 2,891.42

Beneficios: \$ 29,931.88

$$\text{Relación Beneficio/Costo} = \frac{\$ 29,931.88}{\$ 2,891.42} = \mathbf{10.35}$$

Los proyectos con una relación B/C mayor a 1 deben ser aceptados, como tal muestra nuestro indicador con un valor de 10.35 se acepta.

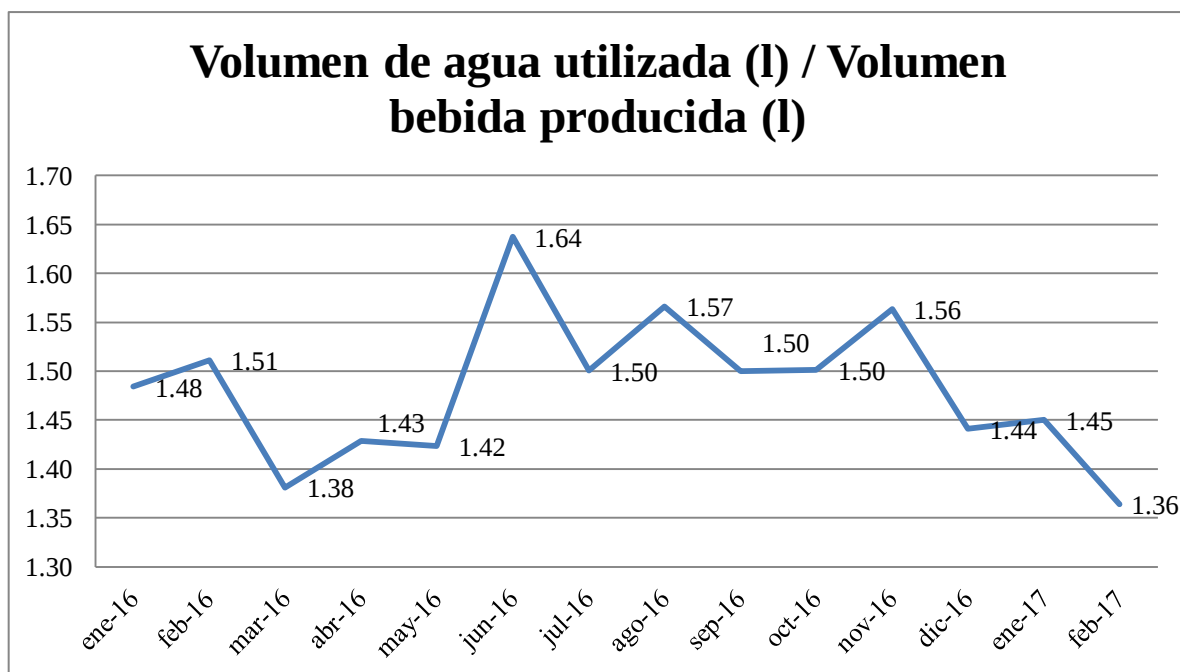


Figura 6. 9 Evolución de la intensidad del uso del agua en industria de bebidas carbonatadas.

Después de haber aplicado la metodología propuesta, se redujo el indicador de intensidad del uso del agua de 1.48 a 1.36, donde en la figura 6.9 el eje X corresponde a los meses analizados y el eje Y corresponde al valor de la medida de rendimiento que corresponde a cada dato del eje X.

Paso 9: Desarrollo del procedimiento

Al final del estudio, éste se documenta y se realizan las observaciones y recomendaciones. Además, se da seguimiento a las áreas analizadas y su impacto. Realizar una retroalimentación de nuestro sistema cada año, y en caso de tener varios proyectos de mejora, se irán trabajando en los más viables económicamente (menor costo de implementación) y con una relación B/C mayor a 1. En esta investigación realizada, se cuenta con área de oportunidad en la utilización de medidores de flujo para todos los procesos, ya que solamente se cuenta con mediciones en: Limpieza de línea, enjuagues de botellas, baterías, pulidores, preparación de jarabes y suavizadores. Sería conveniente instalarlos en el sistema de ósmosis, rechazo de ósmosis, planta de tratamiento de aguas residuales (entrada y salida), calderas, transportadores, llenadoras CIP y sanitarios.

Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones

Con los resultados anteriores la hipótesis planteada al inicio de la investigación es verdadera al haber logrado un ahorro y eficiente uso de agua al aplicar la metodología a una industria del ramo alimenticio y se comprobó que es aplicable a todos los sectores de la industria de Mexicali, Baja California. Como parte complementaria de este estudio, adicionalmente se realizó un análisis económico del uso del agua en el sector industrial y se comparó con el de la agricultura, encontrando que el sector industrial de Mexicali es competitivo en el uso del agua a nivel internacional.

Los objetivos planteados también se cumplieron pues se desarrolló una metodología para el uso eficiente y ahorro del agua en la industria, de fácil implementación y mantenimiento. Como resultado del tema propuesto en esta investigación “Eficiencia y optimización del uso del agua en la industria en Mexicali, Baja California” se propuso una metodología para la optimización del uso del agua en la industria y se encontró en la aplicación del caso práctico y mediante una investigación en los distintos sectores de la industria que este esquema es aplicable en todos los giros, con lo cual podemos decir que la hipótesis planteada al inicio es verdadera ya que permite un ahorro de agua entre el 10 y el 20% para la industria en Mexicali, Baja California, mayor al 5% que se planteó en el objetivo general, por lo que se cumplió el objetivo general de esta investigación y los objetivos específicos se cumplió mediante el plan de trabajo realizado durante 4 semestres en el programa de posgrado de Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería (MyDCI) para obtener el grado de Maestría en Ciencias.

Además, se encontró que los mayores consumidores de agua son los sectores: Generación de energía eléctrica, alimentos y bebidas, automotriz, papel, electrónica, vidrio y rastro, en ese orden.

En el análisis productivo físico del agua se encontró que la industria de bebidas cuenta con una alta intensidad del uso del agua con $1.58 \text{ m}^3/\text{m}^3$ y el sector con menor índice es el sector de otras industrias manufactureras con $0.00023 \text{ m}^3/\text{pieza}$, seguido del sector electrónico con $0.00024 \text{ m}^3/\text{piezas}$. Mientras sea menor el indicador de intensidad de uso, más eficiente es el uso del agua. En el caso del sector agrícola el cultivo con mayor intensidad del uso del agua es algodón con $9.14 \text{ m}^3/\text{kg}$ y la alfalfa cuenta con una menor intensidad del uso del agua con $0.97 \text{ m}^3/\text{kg}$. Por último en el análisis económico de la productividad del agua se encontró que en la industria cervecera se tendría un ingreso de \$10,260.25 a \$4,104.1 pesos por metro cúbico y el más bajo de los tres sectores analizados es el sector de generación de energía eléctrica con \$384.06 pesos por metro cubico. En el sector agrícola el cultivo con mayor ingreso es el cebollín con \$40.27 pesos por metro cúbico y el más bajo es el trigo con \$2.33 pesos por metro cúbico.

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 sector electrónico, empresas de ramo médico y dental, fabricación de vidrio y alimentos, sectores

tales como el de bebidas, son de los sectores con menor índice de productividad, aunque es el sector con mayor rendimiento económico, por las ventas que registra. Además, dicha comparativa sirvió de base para analizar las deficiencias que se tienen en el sector agrícola, y que su aportación a la comunidad, se considera más un impacto negativo, ya que son los mayores consumidores de agua y su índice económico es de los más bajos, caso contrario con el sector de la industria que además de tener un alto impacto económico, tiene un impacto social al subsidiar el costo del agua para suministro doméstico, donde el pago que realiza cada ciudadano por el consumo de su vivienda sólo abarca del 40% al 50% del costo real y la industria paga más del 40% hasta 60%, por lo que si no se tuviese un alto padrón de industrias en el municipio, el organismo operador de Mexicali, se vería obligada a aumentar los precios por suministro de agua a la población en general, viéndose afectados los ciudadanos y no serían costeable los costos para la industria.

En la literatura se encontraron trabajos relacionados, pero aplicados a un solo tipo de industria sin validar en otro tipo de sector, además que sólo se aplicaba una herramienta de ingeniería industrial en particular, sin demostrar su aplicación para otros sectores de la misma.

Al momento de trabajar el caso de estudio y la investigación de campo de este trabajo se encontraron algunas dificultades. Estas se enlistan a continuación para su consideración en trabajos futuros:

- Actitud del personal. La actitud del personal en los niveles de jefatura en el caso de estudio hacia el responsable de levantar la información fue poco participativa e indiferente. Esto se debe a que no están acostumbrados a que su área sea analizada como un sistema, por lo cual los operadores fueron el punto de comunicación más fuerte en la obtención y el acceso a la información, además de contar con la información más detallada de todo el sistema.
- Acceso limitado de la información. Dificultad para tener acceso a registros históricos, porque las personas encargadas no autorizaban el acceso a la información sin dar ninguna explicación; se tuvo que contactar a niveles gerenciales, en los casos que si se otorgó la información, hubo empresas donde no se dio respuesta del por qué la negativa.
- Registros incompletos. Las solicitudes de información realizadas a CESPМ y SEDECO, no fueron autorizadas argumentando que no pueden dar ningún tipo de información sobre los consumos porque los datos de la industria están protegidos por la ley de transparencia y acceso a la información pública para el estado de Baja California, de igual forma la industria en algunas empresas se denegaba la solicitud de información por la confidencialidad de sus datos.

Cabe mencionar que luego de las dificultades encontradas, se recomienda trabajar en la misma ley de transparencia y acceso a la información pública a nivel federal para apoyar la realización de proyectos de investigación, con el fin de facilitar el acceso principalmente a datos técnicos, ya que la misma ley solo obstaculiza el camino del progreso en las investigaciones en diferentes ámbitos. Además, de creación de proyectos de investigación con los distintos sectores y que dichos datos fuesen permitidos utilizarse para su análisis académico y su desarrollo en posgrado para temas de tesis, entre otros.

El principal valor de esta investigación, es que servirá como guía para futuros trabajos planteados en el uso del agua en la industria. Además, de haber sido aplicada la metodología para el periodo de enero a junio 2016 se habría logrado un ahorro de 177,407.8 m³ a 354,815.6 m³ de un consumo de 1,774,078 m³ [145], dicho ahorro está entre el 10% y el 20% del consumo por industria que cuenta con agua suministrada por CESPM.

Cabe señalar que en la ciudad de Mexicali se cuenta con una brecha hídrica de 500,000,000 m³ [146], por sobreexplotación de ecosistemas acuáticos, por lo cual no es viable la instalación de otras empresas como lo es la cervecería de acuerdo al consumo actual en B.C., ya que se sobreexplotan 300,000,000 m³ y se toma en cuenta el volumen que se debe destinar para la conservación de los ecosistemas acuáticos cercanos a los 200,000,000 m³. El término brecha hídrica se refiere si el consumo de agua es mayor o menor a su disponibilidad, de ahí que este valor puede ser negativo o positivo. Pero cabe mencionar, que actualmente se tienen distintos proyectos para una fuente alternativa de obtención de agua del Río Colorado, como las desalinizadoras en Ensenada y Rosarito. En el foro universitario del agua realizado por UABC el 6 de abril del 2017, el Dr. Jorge Ramírez Hernández mencionó que sí hay agua suficiente para este proyecto y que no tendrá un impacto negativo.

Tabla 7. 1 Balance hídrico en Baja California. [143]

Fuente	Oferta (miles de hm ³)	%	Demanda (miles de hm ³)	Brecha hídrica (miles de hm ³)
Superficial	1.8	62	3.4	-0.5
Subterránea	1.1	38		
Total	2.9	100	3.4	-0.5

Con respecto a trabajos futuros se recomienda:

- Elaborar indicadores de análisis económico del agua para todos los sectores en la industria en Mexicali, Baja California.
- Elaborar indicadores sociales del agua para todos los sectores en Mexicali, Baja California. Darle un valor respecto a empleo y otros factores sociales como subsidio del agua al sector doméstico.
- Desarrollar un “Plan de manejo integrado del uso del agua en la industria”, esto como futuro trabajo de tesis a nivel doctorado.
- Aplicación de la metodología en otros sectores y reportar los hallazgos y similitudes.

Referencias

- [1] UNESCO, «United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization,» ONU, 22 Marzo 2015. [En línea]. Available: <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/>. [Último acceso: 20 Agosto 2015].
- [2] CONAGUA, «Comisión Nacional del Agua,» Diciembre 2014. [En línea]. Available: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2015.pdf>. [Último acceso: 18 Agosto 2015].
- [3] ONU, «UN Water,» ONU, 24 Noviembre 2014. [En línea]. Available: <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml>. [Último acceso: 20 Agosto 2015].
- [4] FAO, «Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura,» FAO, 2014. [En línea]. Available: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/mex/indexesp.stm. [Último acceso: 22 Agosto 2015].
- [5] FAO, «Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura,» FAO, [En línea]. Available: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/mex/indexesp.stm. [Último acceso: 22 Agosto 2015].
- [6] CONAGUA, «Comisión Nacional del Agua,» 22 Marzo 2015. [En línea]. Available: http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/carrera_agua_2015.pdf. [Último acceso: 20 Agosto 2015].
- [7] FAO, «Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura,» FAO, [En línea]. Available: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/mex/indexesp.stm. [Último acceso: 22 Agosto 2015].
- [8] FAO, «Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura,» FAO, [En línea]. Available: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/mex/indexesp.stm. [Último acceso: 22 Agosto 2015].
- [9] INEGI, «Instituto Nacional de Estadística y Geografía,» inegi, 2014. [En línea]. Available: <http://www3.inegi.org.mx>. [Último acceso: 25 Agosto 2015].
- [10] CONAGUA, «Comisión Nacional del Agua,» Diciembre 2014. [En línea]. Available: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2015.pdf>. [Último acceso: 18 Agosto 2015].
- [11] Agua.org.mx, «Agua.org.mx,» Centro virtual de informacion del agua, 2015. [En línea]. Available: <http://www.agua.org.mx/el-agua/agua-en-mexico>. [Último acceso: 15 09 2015].
- [12] FAO, «Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura,» FAO, [En línea]. Available: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/mex/indexesp.stm. [Último acceso: 22 Agosto 2015].
- [13] CONAGUA, «Comisión Nacional del Agua,» Diciembre 2014. [En línea]. Available:

- <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2015.pdf>. [Último acceso: 23 Agosto 2015].
- [14] CONAGUA, «Comisión Nacional del Agua,» 22 Marzo 2015. [En línea]. Available: http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/carrera_agua_2015.pdf. [Último acceso: 24 Agosto 2015].
- [15] FAO, «Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura,» FAO, [En línea]. Available: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/mex/indexesp.stm. [Último acceso: 22 Agosto 2015].
- [16] CONAGUA, «CONAGUA,» CONAGUA, 2015. [En línea]. Available: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2015.pdf>. [Último acceso: 31 08 2016].
- [17] J. C. T. Olivas, Interviewee, M.C.. [Entrevista]. 01 Septiembre 2016.
- [18] O. Owen, «Clasificación de nuestros recursos naturales,» de *Conservación de recursos naturales*, Distrito Federal, Pax México, 2000, pp. 12-13.
- [19] ONU, «Organización de las Naciones Unidas,» ONU, 2015. [En línea]. Available: <http://www.un.org/es/millenniumgoals/>. [Último acceso: 15 Septiembre 2015].
- [20] UNESCO, «Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura,» 2015. [En línea]. Available: http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015_Facts_Figures_SPA_web.pdf. [Último acceso: 05 10 2016].
- [21] CONAGUA, «Comisión Nacional del Agua,» Diciembre 2014. [En línea]. Available: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2014.pdf>. [Último acceso: 19 Agosto 2015].
- [22] CONAGUA, «Comisión Nacional del Agua,» Diciembre 2014. [En línea]. Available: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2014.pdf>. [Último acceso: 20 Agosto 2015].
- [23] CESP, «Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali,» CESP, 2015. [En línea]. Available: <http://www.cespm.gob.mx/plantaspot.html>. [Último acceso: 15 Agosto 2015].
- [24] Instituto de Investigaciones Sociales, UABC, «Ayuntamiento de Mexicali,» Marzo-Agosto 2011. [En línea]. Available: <http://www.mexicali.gob.mx/transparencia/administracion/atlas/pdf/0.pdf>. [Último acceso: 30 agosto 2015].
- [25] SEMARNAT, «Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales,» 2015. [En línea]. Available: Tratado sobre Distribución de Aguas Internacionales entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América. [Último acceso: 1 Septiembre 2015].
- [26] CILA, «Comisión Internacional de Límites y Agua,» 20 Noviembre 2012. [En línea]. Available: <http://cila.sre.gob.mx/cilanorte/images/stories/pdf/319.pdf>. [Último acceso: 1 Septiembre 2015].
- [27] NASA, «National Aeronautics and Space Administration,» NASA, 18 Agosto 2015. [En línea]. Available: <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=86426>.

- [Último acceso: 15 Septiembre 2015].
- [28] CILA, «Comisión Internacional de Limites y Agua,» 20 Noviembre 2012. [En línea]. Available: <http://cila.sre.gob.mx/cilanorte/images/stories/pdf/319.pdf>. [Último acceso: 1 Septiembre 2015].
 - [29] CILA, «Comisión Internacional de Limites y Agua,» 21 Septiembre 2017. [En línea]. Available: <http://www.cila.gob.mx/actas/323.pdf>. [Último acceso: 11 Noviembre 2017].
 - [30] NASA, «National Aeronautics and Space Administration,» NASA, Julio 2015. [En línea]. Available: http://earthobservatory.nasa.gov/Features/WorldOfChange/lake_powell.php. [Último acceso: 15 Septiembre 2015].
 - [31] CILA, «Comisión Internacional de Limites y Agua,» 20 Noviembre 2012. [En línea]. Available: <http://cila.sre.gob.mx/cilanorte/images/stories/pdf/319.pdf>. [Último acceso: 1 Septiembre 2015].
 - [32] NASA, «National Aeronautics and Space Administration,» NASA, 2015 Septiembre 2015. [En línea]. Available: <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=86632>. [Último acceso: 5 Octubre 2015].
 - [33] PRONACOSE, «Comisión Nacional del Agua,» CONAGUA, 31 Enero 2017. [En línea]. Available: <http://smn.cna.gob.mx/tools/DATA/Climatolog%C3%ADa/Sequ%C3%ADa/Monitor%20de%20sequ%C3%ADa%20en%20M%C3%A9xico/Seguimiento%20de%20Sequ%C3%ADa/MSM20170131.pdf>. [Último acceso: 21 Febrero 2017].
 - [34] Gobierno del Estado de Baja California, «Gobierno del Estado de Baja California,» Gobierno del Estado de Baja California, [En línea]. Available: http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro_estado/municipios/mexicali/sectorprod.jsp. [Último acceso: 3 Octubre 2015].
 - [35] Comisión Estatal de Energía de Baja California, «Energía BC,» Julio 2012. [En línea]. Available: <http://www.energiabc.gob.mx/files/public/pdf/PerfilEnergeticoBC2010-2020.pdf>. [Último acceso: 3 Octubre 2015].
 - [36] EPA, «Agencia de Protección del Medio Ambiente,» 2016. [En línea]. Available: <https://www3.epa.gov/region9/waterinfrastructure/industry.html>. [Último acceso: 05 10 2016].
 - [37] Agua.org.mx, «Centro Virtual de Información del Ag,» Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P, [En línea]. Available: http://www.agua.org.mx/h2o/index.php?option=com_content&view=category&id=1270&Itemid=300048. [Último acceso: 20 Octubre 2015].
 - [38] SEMARNAT, «SEMARNAT,» 2011. [En línea]. Available: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CD001606.pdf>. [Último acceso: 02 09 2016].
 - [39] CONAGUA, «CONAGUA,» 2007. [En línea]. Available: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/Infograf%C3%ADa%20Huella%20H%C3%ADrica.pdf>. [Último acceso: 02 09 2016].

- [40] ECODES, «ECODES,» 11 10 2008. [En línea]. Available: https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=12&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjI6PX30PjOAhUS-2MKHTP6ABk4ChAWCCYwAQ&url=http%3A%2F%2Fecodes.org%2Fcomponent%2Foption%2Ccom_phocadownload%2FItemid%2C2%2Fdownload%2C2%2Fid%2C11%2Fview%2Ccategory. [Último acceso: 02 09 2016].
- [41] CESPМ, «Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali,» CESPМ, 2015. [En línea]. Available: <http://www.ecespm.gob.mx/consultasonlineacespm/calculadoraconsumo.aspx>. [Último acceso: 28 Octubre 2015].
- [42] CESPT, «Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana,» CESPT, 2015. [En línea]. Available: <http://www.cespt.gob.mx/ServTarifas/Tarifas.aspx>. [Último acceso: 28 Octubre 2015].
- [43] CESPE, «Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada,» CESPE, 2015. [En línea]. Available: Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada. [Último acceso: 2015 Octubre 2015].
- [44] CESPTE, «Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tecate,» CESPTE, 2015. [En línea]. Available: <http://www.cespte.gob.mx/tarifas/>. [Último acceso: 28 Octubre 2015].
- [45] JMAS, «Junta Municipal de Agua y Saneamiento,» [En línea]. Available: http://www.chihuahua.gob.mx/attach2/Principal/canales/Adjuntos/CN_15639CC_31906/ANEXO%20004-2015%20TARIFAS%20JMAS%202015%20CHIHUAHUA-JIMENEZ.pdf. [Último acceso: 28 Octubre 2015].
- [46] City of Phoenix, «City of Phoenix,» City of Phoenix, 2015. [En línea]. Available: <https://www.phoenix.gov/waterservices/customerservices/rateinfo>. [Último acceso: 28 Octubre 2015].
- [47] SAT, «Servicio de Administración Tributaria,» SAT, 2015. [En línea]. Available: http://www.sat.gob.mx/informacion_fiscal/tablas_indicadores/Paginas/tipo_cambio.aspx. [Último acceso: 30 Diciembre 2015].
- [48] CCAPAMA, «CAASA,» Veolia, 2016. [En línea]. Available: <http://www.caasa.com.mx/portal/servicios/Tarifas.aspx>. [Último acceso: 15 09 2016].
- [49] JAPAY, «Junta de agua potable y alcantarillado de yucatan,» 2016. [En línea]. Available: http://www.japay.yucatan.gob.mx/tarifas/index_tarifas.php. [Último acceso: 15 09 2016].
- [50] Agua de Hermosillo, «Agua de Hermosillo,» 2016. [En línea]. Available: http://www.aguadehermosillo.gob.mx/inicio/documentos/Tarifas_2016.pdf. [Último acceso: 15 09 2016].
- [51] SMAPAC, «Sistema municipal de agua potable y alcantarillado de Campeche,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.smapacampeche.gob.mx/costos.html>. [Último acceso: 15 09 2016].
- [52] Congreso Quintana Roo, «Congreso Quintana Roo,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.congresoqroo.gob.mx/leyes/administrativo/ley095/L1420131209064.pdf>. [Último acceso: 15 09 2016].
- [53] INEGI, «Instituto nacional de estadística y geografía,» 20 02 2015. [En línea].

Available:

http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/notasinformativas/pib_precr/NI-PIBCR.pdf. [Último acceso: 23 09 2016].

- [54] INEGI, «Instituto nacional de estadística y geografía,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ce/ce2014/>. [Último acceso: 23 09 2016].
- [55] INEGI, «Instituto nacional de estadística y geografía,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ce/ce2014/doc/monografias.html>. [Último acceso: 23 09 2016].
- [56] L. Ilzarbe Izquierdo, M. Tanco, E. Viles y M. J. Álvarez Sanchez-Arjona, «El diseño de experimentos como herramienta para la mejora de los procesos. aplicación de la metodología al caso de una catapulta,» *Tecnura*, vol. 10, n° 20, pp. 127-138, 2007.
- [57] M. Tanco, E. Viles, L. Ilzarbe y M. J. Álvarez, «Manufacturing industries need design of experiments (DoE),» *World congress on engineering 2007*, vol. 2, pp. 1108-1112, 2007.
- [58] Á. M. Guevara Mariscal y M. Tapia Quincha, «Aplicación de metodología para identificación y análisis de pérdidas en una industria y propuesta de mejoras,» Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, 2009.
- [59] C. T. Navarro y O. A. M. Ochoa, «Aplicación de metodología seis sigma para disminuir intervenciones en proceso de fabricación de vidrios,» *Revista Ingeniería Industrial*, vol. 8, pp. 93-105, 2009.
- [60] J. I. PÉREZ y C. E. PATIÑO, «MEDICIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA EMPRESA MANUFACTURERA PARA ANALIZAR SUS PROCESOS DESDE LA FALLA,» *Revista EIA*, n° 15, pp. 45-59, 2011.
- [61] M. Llanes Font, C. L. Isaac Godínez, M. Moreno Pino y G. García Vidal, «De la gestión por procesos a la gestión integrada por procesos,» *Ingeniería Industrial*, vol. 35, n° 3, pp. 255-264, 2014.
- [62] L. Villar Ledo y M. C. Ledo Ferrer, «Aplicación de herramientas estadísticas para el análisis de indicadores,» *Ingeniería Industrial*, vol. 37, n° 2, pp. 138-150, 2016.
- [63] Z. Ali y S. B. Bhaskar, «Basic statistical tools in research and data analysis,» *Indian Journal of Anaesthesia*, vol. 60, n° 9, pp. 54-61, 2016.
- [64] F. Bosnjakovic y K.-F. Knoche, «Pinch analysis for cooling towers,» *Energy Conversion & Management*, vol. 39, n° 16-18, pp. 1745-1752, 1998.
- [65] E. Mourad, A. Lachhab, M. Limouri, B. Dahhou y A. Essaid, «Adaptive control of a water supply system,» *ELSEVIER*, vol. 9, n° 3, pp. 343-349, 2001.
- [66] M. R. Gallego, «Producción más Limpia en la Industria Alimentaria,» *Producción Más Limpia*, vol. 1, n° 1, pp. 87-101, 2006.
- [67] P. Oliver, R. Rodríguez y S. Udaquiola, «Water use optimization in batch process industries. Part 1: design of the water network,» *Journal of cleaner production*, vol. 16, n° 12, pp. 1275-1286, 2008.
- [68] P. A. G. Llanes, M. U. Marchena, H. O. Ferrer y E. G. Suárez, «ESTRATEGIA PARA LA GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS DE TECNOLOGÍAS MÁS LIMPIAS EN UN PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ETANOL,» *Centro azucar*,

- vol. 35, nº 1, pp. 1-5, 2008.
- [69] J. A. Saavedra, L. A. Puente, B. Cancino y C. Astudillo, «Monitoreo y Análisis de un Proceso de Elaboración de una Bebida Carbonatada mediante 3-Way PLS.,» *Información Tecnológica*, vol. 21, nº 6, pp. 59-66, 2010.
 - [70] P. Dante y M. Ato, «Mejoramiento De Indicadores De Desempeño En Una Planta De Producción De Bebidas Gaseosas Y Aguas A Traves Del Uso De Herramientas Básicas De Calidad,» *ESPOL Ciencia* 2007, 2007.
 - [71] P. Kaushik y D. Khanduja, «Application of six sigma DMAIC methodology in thermal power plants: A case study.,» *Total Quality Management & Business Excellence*, vol. 202, pp. 197-207, 2009.
 - [72] K. S. Chen y W. P. Sung, «Improved Model Applying the 6-Sigma Methodology to Evaluate Leaking Water Faucets,» *Practice Periodical of Hazardous, Toxic & Radioactive Waste Management*, vol. 13, nº 4, pp. 287-293, 2009.
 - [73] Z. Jianren y C. Zhaojie, «Optimization of water network in process industries,» *International Journal of Intelligent Information Technology Application*, vol. 3, nº 1, pp. 19-24, 2010.
 - [74] F. O. Flores, L. G. Tobón Galicia, L. M. Fernández y E. G. García, «Análisis del flujo de vapor en el área de calderas de un Ingenio Azucarero mediante cartas de control,» *Revista de la Ingeniería Industrial*, vol. 4, nº 1, pp. 1-21, 2010.
 - [75] M. Mariano Martin, E. Ahmetovic y I. E. Grossmann, «Optimization of Water Consumption in Second Generation Bioethanol Plants.,» *Industrial & Engineering Chemistry Research*, vol. 50, nº 7, pp. 3705-3721, 2011.
 - [76] E. Guzmán Soria, J. A. García Salazar, S. R. Rebollar y J. Hernández Martínez, «Determinantes del consumo de agua por los sectores urbano e industrial en Guanajuato, México.,» *Análisis Económico*, vol. 26, nº 63, pp. 199-213, 2011.
 - [77] V. K. Ortiz Triana y Á. J. Caicedo Rolón, «PLAN ÓPTIMO DE PRODUCCIÓN EN UNA PLANTA EMBOTELLADORA DE GASEOSAS.,» *Revista Ingeniería Industrial*, vol. 11, nº 1, pp. 69-82, 2012.
 - [78] N. Mandahawi, R. H. Fouad y S. Obeidat, «An Application of Customized Lean Six Sigma to Enhance Productivity at a Paper Manufacturing Company.,» *Jordan Journal of Mechanical & Industrial Engineering*, vol. 6, nº 1, pp. 103-109, 2012.
 - [79] M. Moretti y M. Markič, «Training on Sustainable Use of Water in the Processing Industry.,» *Our Economy (Nase Gospodarstvo)*, vol. 61, nº 2, pp. 3-14, 2015.
 - [80] L. Chen, X. Ding y X. Wu, «Water Management Tool of Industrial Products: A case study of screen printing fabric and digital printing fabric,» *ELSEVIER*, vol. 58, pp. 86-94, 2015.
 - [81] K. Soraphon, P. Sirawit y N. Onurai, «Approach for Total Productive Maintenance Evaluation in Water Productivity: A Case Study at Mahasawat Water Treatment Plant,» *Procedia Engineering*, vol. 154, pp. 260-267, 2016.
 - [82] M. Gil Samaniego Ramos y H. E. Campbell Ramírez, «EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA DE LOS SISTEMAS DE BOMBEO DEL ACUEDUCTO RÍO COLORADO – TIJUANA UTILIZANDO EL SOFTWARE PSAT,» de *World Congress & Exhibition ENGINEERING*, Buenos aires, 2010.

- [83] J. C. Tapia Olivas, H. E. Campbell Ramirez y J. A. Roman Calleros, «Economic analysis of the Channel Independence, D.R. 014, Colorado River,» de *Conferencia International Water Resources Association*, Pernambuco, 2011.
- [84] G. S. POPOV, A. H. KRASTEVA, B. Z. KOSTOV, D. I. IVANOVA y K. V. KLIMENTOV, «Optimization of the energy consumption of a pump system used for industrial water supply,» *Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara - International Journal of Engineering*, vol. 12, nº 2, pp. 19-24, 2014.
- [85] J. L. Ríos Flores, M. Torres Moreno, J. Ruiz Torres y M. Torres Moreno, «Eficiencia y productividad del agua de riego en trigo (*Triticum vulgare*) de Ensenada y Valle de Mexicali,» *Acta universitaria (Universidad de Guanajuato)*, vol. 26, nº 1, pp. 20-29, 2016.
- [86] R. Calixto Flores, L. Herrera Reyes y V. Hernández Guzmán, «Agua,» de *Ecología y medio ambiente*, Distrito Federal, Cengage Learning Editores S.A., 2010, p. 24.
- [87] Agua.org.mx, «Centro Virtual de Información del Agua,» Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C., [En línea]. Available: http://www.agua.org.mx/h2o/index.php?option=com_content&view=category&id=16&Itemid=300016. [Último acceso: 20 Octubre 2015].
- [88] R. Calixto Flores, L. Herrera Reyes y V. Hernández Guzmán, «ciclo hidrológico,» de *Ecología y medio ambiente*, Distrito Federal, Cengage Learning Editores S.A., 2010, pp. 56-57.
- [89] Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, «Agua Simple,» Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, [En línea]. Available: <http://www.aguasimple.org.mx/revistav5/index.php/tambien-es-agua/25-25-que-es-el-agua-virtual-22>. [Último acceso: 3 Noviembre 2015].
- [90] PNUMA, «INEGI,» 6-7 Marzo 2012. [En línea]. Available: http://www.inegi.org.mx/eventos/2012/Agua/doc/Maite%20Aldaya_La%20huella%20del%20agua.pdf. [Último acceso: 4 Noviembre 2015].
- [91] IBERO, «IBERO,» [En línea]. Available: http://www.iberori.org/productos/dominguez_2009.pdf. [Último acceso: 30 Octubre 2015].
- [92] Gobierno de Baja California Sur, «Instituto de Servicios de Salud de Baja California Sur,» Instituto de Servicios de Salud de Baja California Sur, [En línea]. Available: <http://www.saludbcs.gob.mx/glosario.html>. [Último acceso: 22 Octubre 2015].
- [93] SEMARNAT, «Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales,» SEMARNAT, [En línea]. Available: <http://www.semarnat.gob.mx/leyes-y-normas/nmx-agua>. [Último acceso: 15 Octubre 2015].
- [94] L. Socconini, «Seis Sigma para reducción de la variación,» de *Lean Manufacturing*, Estado de México, Norma, 2010, pp. 261-274.
- [95] G. Baca U. y M. Cruz V., «Calidad: Su concepto, gestion y control estadístico,» de *Introducción a la ingeniería industrial*, Mexico, Patria, 2014, p. 119.
- [96] O. Naveiras, «Liderazgo y Dirección de Proyectos,» 25 10 2013. [En línea]. Available: <http://coachingdeproyectos.blogspot.mx/2013/10/diagrama-de-ishikawa.html>. [Último acceso: 28 10 2017].

- [97] J. L. Ríos Flores, M. Torres Moreno, J. Ruiz Torres y M. Torres Moreno, «Eficiencia y productividad del agua de riego en trigo (*Triticum vulgare*) de Ensenada y valle de Mexicali,» *Acta universitaria (Universidad de Guanajuato)*, vol. 26, nº 1, pp. 20-29, 2016.
- [98] CONAGUA, «CONAGUA,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/LeyFederaldeDerechos.pdf>.
- [99] CONAGUA, «CONAGUA,» 31 Marzo 2016. [En línea]. Available: <http://www.conagua.gob.mx/Repda.aspx?n1=5&n2=37&n3=115>. [Último acceso: 13 Mayo 2016].
- [100] J. M. Agramont, Interviewee, *Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali*. [Entrevista]. 31 08 2016.
- [101] SEMARNAT, «Comisión Nacional del Agua,» 2012. [En línea]. Available: www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/1-sgp-17-12pbc.pdf. [Último acceso: 14 10 2016].
- [102] INEGI, «Instituto Nacional de Estadística y Geografía,» 2002. [En línea]. Available: <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/censos/scian/estructura.pdf>. [Último acceso: 18 10 2016].
- [103] Marketing industrial, «Directorio de la industria maquiladora de Baja California,» 09 2015. [En línea]. Available: <http://www.industriamaquiladora.com/>. [Último acceso: 10 2015].
- [104] C. E. Valdivieso Taborga, R. V. Castellón y O. Á. Valdivieso Taborga, «DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO MUESTRAL MEDIANTE EL USO DE ÁRBOLES DE DECISIÓN,» *INVESTIGACIÓN & DESARROLLO*, vol. 11, p. 148 – 176, 2011.
- [105] Extraoficial, Interviewee, *Ing.*. [Entrevista]. 29 Julio 2016.
- [106] Y. Ramirez, Interviewee, *Ing.*. [Entrevista]. 24 Octubre 2016.
- [107] J. Cardenas, Interviewee, *Ing.*. [Entrevista]. 26 Octubre 2016.
- [108] Extraoficial, Interviewee, *Ing.*. [Entrevista]. 30 Julio 2016.
- [109] Extraoficial, Interviewee, [Entrevista]. 30 Julio 2016.
- [110] S. Gutierrez, Interviewee, *IQ.*. [Entrevista]. 06 Octubre 2016.
- [111] Extraoficial, Interviewee, [Entrevista]. 30 Julio 2016.
- [112] L. E. d. S. Arvizu, Interviewee, *Lic.*. [Entrevista]. 06 Septiembre 2016.
- [113] L. M. M. Gonzalez, Interviewee, *Ing.*. [Entrevista]. 20 Junio 2016.
- [114] M. Garcia, Interviewee, *Ing.*. [Entrevista]. 6 Mayo 2016.
- [115] L. A. R. Lopez, Interviewee, *Ing.*. [Entrevista]. 7 Septiembre 2016.
- [116] E. Ramirez, Interviewee, *Ing.*. [Entrevista]. 26 Octubre 2016.
- [117] L. I. R. Gonzalez, Interviewee, *Ing.*. [Entrevista]. 24 Octubre 2016.
- [118] J. J. Arredondo, Interviewee, *Ing.*. [Entrevista]. 22 Noviembre 2016.
- [119] M. Ley, Interviewee, *Ing.*. [Entrevista]. 27 Octubre 2016.
- [120] M. F. Hernandez, Interviewee, *Ing.*. [Entrevista]. 16 Noviembre 2016.
- [121] J. L. R. Cota, Interviewee, *Ing.*. [Entrevista]. 11 Mayo 2016.

- [122] F. Y. C. Montoya, Interviewee, *Ing.* [Entrevista]. 24 Octubre 2016.
- [123] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, «FAO,» Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2003. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/docrep/006/y4525s/y4525s06.htm#TopOfPage>. [Último acceso: 05 04 2017].
- [124] M. H. Gabilondo, Interviewee, *Licenciado*. [Entrevista]. Septiembre 2015.
- [125] Paccar, «Paccar,» Enero 2016. [En línea]. Available: <https://www.kenmex.com/media/52816/2015anual.pdf>. [Último acceso: 10 Noviembre 2016].
- [126] ienova, «ienova,» Enero 2016. [En línea]. Available: <http://www.ienova.com.mx/pdf/Informe-de-Sustentabilidad-Informe-Financiero-2015.pdf>. [Último acceso: 10 Noviembre 2016].
- [127] Brewers Association, «Brewers Association,» 2012. [En línea]. Available: https://www.brewersassociation.org/attachments/0001/1517/Sustainability_-_Water_Wastewater.pdf. [Último acceso: 7 Enero 2017].
- [128] Monitor economico, «Monitor economico,» 15 Noviembre 2016. [En línea]. Available: <http://monitoreconomico.org/noticias/2016/nov/01/planta-constellation-brands-en-mexicali-proyecta-produccion-de-10-millones-de-hectolitros/>. [Último acceso: 28 Noviembre 2016].
- [129] FORBES, «FORBES,» 6 Abril 2016. [En línea]. Available: <http://www.forbes.com.mx/constellation-brands-concreta-primer-expansion-planta-nava>. [Último acceso: 15 Noviembre 2016].
- [130] W. G. B. Sander J. Zwart, «Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize,» *Agricultural Water Management*, vol. 69, nº 2, pp. 115-133, 2004.
- [131] P. S. Wim G.M. Bastiaanssen, «The water productivity score (WPS) at global and regional level: Methodology and first results from remote sensing measurements of wheat, rice and maize,» *Science of the Total Environment*, vol. 575, nº 1, pp. 595-611, 2017.
- [132] EAA, «European Enviroment Agency,» European Enviroment Agency, 11 08 2016. [En línea]. Available: http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=t2020_rd210&plugin=1. [Último acceso: 25 Enero 2017].
- [133] SmallB, «SmallB,» [En línea]. Available: https://smallb.sidbi.in/sites/default/files/knowledge_base/potato_chips.pdf. [Último acceso: 15 05 2017].
- [134] world bank group, «International Finance Corporation,» Julio 1998. [En línea]. Available: http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/b76bd080488552d8aca4fe6a6515bb18/fruitandvg_PPAH.pdf?MOD=AJPERES. [Último acceso: 10 05 2017].
- [135] SAE international, «SAE international,» 16 04 2012. [En línea]. Available: http://www.manufacturing.gatech.edu/sites/default/files/uploads/pdf/2012-01-0646_0.pdf. [Último acceso: 20 05 2017].

- [136] UNIDO, «The United Nations Industrial Development Organization,» 2014. [En línea]. Available: http://www.greenindustryplatform.org/wp-content/uploads/2014/09/Greening-Value-Chains_Softdrinks-Industry_2014.pdf. [Último acceso: 15 02 2017].
- [137] WRAP , «Waste and Resources Action Programme,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/Water%20Minimisation%20in%20FD%20Industry.pdf>. [Último acceso: 15 02 2017].
- [138] TNEP, «the natural edge project,» 2009. [En línea]. Available: https://cms.qut.edu.au/__data/assets/pdf_file/0006/549861/TNEP-WaterTransformed-Lecture3.1.pdf. [Último acceso: 17 05 2017].
- [139] UNESCO, «The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization,» 2009. [En línea]. Available: http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Venice/pdf/special_events/bozza_scheda_DOW_9_1.2.pdf. [Último acceso: 16 05 2017].
- [140] Alberta Water Council, «Alberta Water Council,» 08 2012. [En línea]. Available: http://awchome.ca/LinkClick.aspx?fileticket=TfjIrsLZ_nw%3D&tabid=209. [Último acceso: 11 01 2017].
- [141] Water Management, «Water Management,» 2009. [En línea]. Available: http://watermanagement.ucdavis.edu/files/4814/3891/2388/A02_DiNicolantonio_Hansen-Smith_Rice_ESM121_FinalReport.pdf. [Último acceso: 20 05 2017].
- [142] CEPEP, «EVALUACIÓN FINANCIERA DE PROYECTO,» de *Apuntes Sobre Evaluación Social de Proyectos*, Distrito federal, CEPEP, 2004.
- [143] IMSS, «IMSS,» 23 Noviembre 2016. [En línea]. Available: <http://datos.imss.gob.mx/group/asegurados>. [Último acceso: 25 Noviembre 2016].
- [144] J. C. M. Agramont, Interviewee, *Datos operativos CESPM*. [Entrevista]. 31 Agosto 2016.
- [145] CEA, «CEA,» Julio 2016. [En línea]. Available: <http://www.cea.gob.mx/documents/indicadores/INFORME%20JUNIO%202016.pdf>. [Último acceso: 30 Noviembre 2016].
- [146] CONAGUA, «CONAGUA,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/1-sgp-17-12pbc.pdf>. [Último acceso: 30 Noviembre 2016].

Apéndice

Encuesta de consumo de agua

Nombre:	
Puesto:	
Departamento:	Fecha:

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

1. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	
2. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	
3. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empackado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

4. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal			
Otros(Mencionar)			
Combinado			

5. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

6. Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)

7. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

Producto/Proceso	Consumo de agua por mes (m ³)

8. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

9. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena			
Suavizadores			
Filtros de carbón			
Otros (especificar)			

10. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

11. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)				Tons
Calderas				

12. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

Proceso/equipo	Consumo de agua por mes (m ³)

13. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
--	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?
En qué áreas?

14. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	
15. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	
16. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	
17. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	
18. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	
19. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	
20. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	

Encuestas aeroespacial

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial	
Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha: 29 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

21. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	Confidencial
22. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	Confidencial
23. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	1,624

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo, proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empacado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

24. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

25. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	Confidencial

26. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

27. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Prueba de lluvia
- Torres de enfriamiento
- Enjuague
- Baterías
- Ósmosis
- Recubrimiento
- Calderas
- PTAR
- Enfriamiento

- Cocina
- Áreas verdes
- Sanitarios

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

28. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena	X		
Suavizadores			
Filtros de carbón	X		
Otros (especificar)			

29. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

30. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	x		No específico	Tons
Calderas	X			

31. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

32. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
--	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?

En qué áreas?

33. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
34. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	Negativo
35. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	Si
36. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
37. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
38. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
39. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Yessika Ramírez

Encuesta de consumo de agua

Puesto: EHS Specialist	
Departamento: Seguridad e Higiene y Medio Ambiente	Fecha: 10/24/2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

40. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	4,636.83
41. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	172,005 piezas
42. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	1,700

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empackado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

43. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		Red de agua municipal
Otros(Mencionar)		x	
Combinado		x	

44. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	4,636.83

45. Se conoce el consumo de agua por producto, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos
¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

46. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena	x		
Suavizadores	x		
Filtros de carbón	x		
Otros (especificar)	x		Resina

47. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? __Es una planta de tratamiento para metales __

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

48. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	x			Tons
Calderas		x		

49. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

50. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	Reutilización de agua (de la planta de tratamiento de agua va a uso sanitario). Sensores en lavamanos.
--	---

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?
En qué áreas?

51. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	No
52. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	Se cuenta con sensores en lavamanos
53. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	Si
54. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	2,468.93
55. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	63.98
56. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	47.76
57. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)	No se tiene

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Jalil Cárdenas	
Puesto: Ingeniero de Mantenimiento	
Departamento: Mantenimiento	Fecha: Oct-26-2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

58. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	575 m ³
59. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	45,000 piezas
60. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	147

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empacado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

61. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	X		575 m ³
Otros(Mencionar)			
Combinado			

62. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Red municipal	575 m ³

63. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

64. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

65. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón	X		290 m ³
Otros (especificar) Ósmosis	X		272 m ³

66. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? Eliminación de cromo hexavalente

¿Cuál es el volumen tratado por mes? 352 m³

67. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)		X		
Calderas	X		1	

68. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

69. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	Ninguno
--	---------

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?
En qué áreas?

70. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	No
71. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	No
72. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	No. Una vez al año
73. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	Se desconoce
74. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	Se desconoce
75. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	Se desconoce

76. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)	No aplica
--	-----------

Encuestas alimentos

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial	
Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha:30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

77. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	715
78. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	569.79kg
79. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	139

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empackado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

80. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

81. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	715

82. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

83. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Mezclado
- Torres de enfriamiento
- PTAR
- Cocina

- Áreas verdes
- Sanitarios

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

84. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

85. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

86. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	x			Tons
Calderas		X		

87. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

88. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
--	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?

En qué áreas?

89. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
90. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
91. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
92. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
93. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
94. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
95. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial
Puesto: Confidencial

Encuesta de consumo de agua

Departamento: Confidencial	Fecha:30 de Julio 2016
----------------------------	------------------------

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

96. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	40000
97. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	3,007,035.14 kg
98. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	800

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empacado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

99. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

100. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	40,000

101. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

102. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Mezclado
- PTAR
- Cocina
- Áreas verdes
- Sanitarios
- Lavado
- Ósmosis
- Lámparas u.v.
- Baterías
- Suavizadores
- Calderas

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

103. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena	X		
Suavizadores	X		
Filtros de carbón	x		
Otros (especificar)			

104. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

105. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)		X		Tons
Calderas	X			

106. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

107. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?
En qué áreas?

108. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
109. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
110. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
111. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
112. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
113. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
114. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuesta de consumo de agua

Nombre: IQ. Sergio Gutiérrez	
Puesto: Jefe de tratamiento de aguas de residuales	
Departamento: jefe de tratamiento de aguas residuales	Fecha:06/oct/2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

115. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	4,250
116. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	952 toneladas
117. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	450

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empackado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

118. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado	x		

119. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
2,750	Agua de Modulo
1,550	Agua Red municipal

120. Se conoce el consumo de agua por producto, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

Producto	Consumo de agua por mes (m ³)
(Chile, Tomate, cebolla, cilantro, mango) Matutino	1,800
(Chile, Tomate, cebolla, cilantro, mango) Vespertino	1,200
Saneamiento	1,200

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

121. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena	x		25
Suavizadores	x		18
Filtros de carbón	x		10
Otros (especificar)			

122. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? De naturaleza físico química, **coagulación – floculación** y una **decantación**.

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

4250 (m³) por mes

123. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	x		7	Tons
Calderas	X		1	

124. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

Proceso/equipo	Consumo de agua por mes (m ³)
Contamos con 7 torres de enfriamiento marca evapco	70 m ³ / día.

las cuales tienen en conjunto un gasto promedio en conjunto de agua de 70 m ³ / día. Aplicando Cálculo de la cantidad de agua evaporada: Q_w/c_v . Donde Q_w = Potencia térmica a disipar (kW) y c_v =Calor latente de vaporización medio (estimado) del agua (kJ/kg) y estimación de la tasa de evaporación: 1% del caudal de recirculación por cada 6 °C de ΔT en dicho caudal. 2,0 L/h por cada 1.000 kW.	
Calderas	En instalación
125. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	Reutilización de agua tratada servida en pipas para riego de áreas verdes en coordinación Obras Publicas de Mexicali
Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa? Si En qué áreas? Reutilizar agua en equipos auxiliares (Sistema contra incendios, torres de enfriamiento calderas) y lavados después de filtración por membranas.	
126. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	NO
127. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	NO
128. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	SI
129. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	5 m ³ / día.
130. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	Englobado en gasto de producción y saneamiento
131. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	20 m ³ / día. (reciclada)
132. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)	N/A

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial	
Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha:30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

133. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	1,200
--	-------

Encuesta de consumo de agua

134. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	2,004,012kg
135. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	998

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empaçado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

136. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	X		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

137. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	1,200

138. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

139. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Mezclado
- Torres de enfriamiento
- PTAR
- Cocina
- Áreas verdes
- Sanitarios
- Lavado
- Baterías
- Suavizadores
- Calderas
- Cocimiento

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

140. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena	X		
Suavizadores	X		
Filtros de carbón	X		
Otros (especificar)			

141. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

142. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	X			Tons
Calderas	x			

143. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

144. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?
En qué áreas?

145. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
146. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
147. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
148. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
149. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
150. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
151. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Luis Ernesto De Santos Arvizu	
Puesto: Auxiliar Administrativo	
Departamento: Seguridad, Higiene y Medio Ambiente	Fecha: 06-Septiembre-2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

152. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	12,000
153. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	4,363,300 Lts densidad 0.54 gramos/litro
154. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	360 empleados

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empackado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

155. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	X		
Otros(Mencionar)		X	
Combinado			

156. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	12,000 (en promedio)

157. Se conoce el consumo de agua por producto, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

Producto	Consumo de agua por mes (m ³)
Fabricación de helado	2,418.65
Fabricación de naranjada	388.24

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

158. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena	X		Son parte de procesos estos equipos
Suavizadores	X		(ósmosis y tratamiento de aguas)
Filtros de carbón	X		por lo que no son medidas en esos
Otros (especificar)			puntos específicos

159. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? Lodos Activados

¿Cuál es el volumen tratado por mes? 4,631.55 m³

160. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	X		1,454.10	
Calderas	X		1,672.22	

161. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

Proceso/equipo	Consumo de agua por mes (m ³)
Fabricación de helado	2,418.65
Fabricación de naranjada	388.24
Lavado de equipo	1,115.29
Enjuague con agua purificada	678.58

162. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización

- Recuperación de agua de condensado de calderas.
- Recuperación del agua de rechazo de la planta de ósmosis.
- Recuperación del agua de enfriamiento y funcionamiento de equipo.
- Utilización de agua tratada para riego de áreas verdes.
- Sustitución de equipo de lavado por equipo ahorrador.

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?
En qué áreas?

163. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	El consumo de agua potable es por proveedor externo en garrafones (7,800 litros en promedio)
164. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	Negativo
165. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	Negativo, cada que se realizan prácticas, se apunta el agua a las áreas verdes de la empresa (2 veces al año)
166. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	1,236
167. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	290.82 en oficinas y patios 1,115,29 m ³ en equipo e instalaciones en producción
168. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	338.08
169. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	No se cuenta con lavandería pero se cuenta con lavado de unidades de reparto, el cual consume 1,769.64 al mes

Encuestas automotriz

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial	
Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha:30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

170. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	confidencial
171. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	15,000,000.00 piezas
172. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	900

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.

- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empackado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

173. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

174. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	Confidencial

175. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

176. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Ósmosis
- Torres de enfriamiento
- Enfriamiento
- Cocina
- Áreas verdes
- Sanitarios
- Limpieza de piezas

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

177. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

178. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

179. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	x			Tons
Calderas		X		

180. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

181. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?

En qué áreas?

182. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
---	----------

183. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
184. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
185. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
186. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
187. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
188. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial	
Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha: 30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

189. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	16,837.9167
190. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	1,106 piezas
191. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	2,500

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empaçado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

192. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Sí	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

193. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
--------	---

Municipal	7,725.25
-----------	----------

194. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

195. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Ósmosis
- Torres de enfriamiento
- Enfriamiento
- Áreas verdes
- Sanitarios
- Limpieza de piezas
- Maquinado
- PTAR
- Corte
- Prueba de lluvia
- CNC

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

196. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

197. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

198. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	x			Tons
Calderas		X		

199. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

200. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?
En qué áreas?

201. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
202. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
203. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
204. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A

205. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
206. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
207. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial	
Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha: 30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

208. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	1,028
209. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	1,130,618 piezas
210. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empackado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

211. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

212. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	1,028

213. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

214. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Cocina
- Sanitarios
- Limpieza de piezas

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

215. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

216. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

217. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)		X		Tons
Calderas		X		

218. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

219. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?

En qué áreas?

220. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
221. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
222. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
223. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
224. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
225. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
226. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuestas bebidas

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Lidia Marcela Márquez González	
Puesto: Ecología	
Departamento: Ecología	Fecha: 20 de Junio 2016

Encuesta de consumo de agua

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

227. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	26,332.5
228. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	16,305,500 litros
229. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	662

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empackado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

230. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

231. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	26,332.5

232. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

233. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Suavizadores
- Tanque reactor
- Baterías
- Pulidores
- Sanitarios
- Calderas
- Áreas verdes
- Warmer
- Ósmosis
- Lámparas u.v.
- Llenadoras
- Preparación de jarabes
- Cocina
- Torre de enfriamiento
- PTAR

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

234. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena	X		
Suavizadores	X		
Filtros de carbón	x		

235. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

236. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	x			Tons
Calderas	X			

237. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

238. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?

En qué áreas?

239. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
240. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
241. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	Si
242. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
243. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
244. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
245. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Maricela García	
Puesto: Jefe	
Departamento: Calidad	Fecha: 6 de Mayo 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

246. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	8,481
247. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	5,670,304 litros
248. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	119

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empackado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

249. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

250. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	8,481

251. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

252. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Suavizadores
- Tanque reactor
- Baterías
- Pulidores
- Calderas
- Áreas verdes
- Warmer
- Ósmosis
- Lámparas u.v.
- Llenadoras
- Preparación de jarabes
- Cocina
- Torre de enfriamiento
- Sanitarios
- PTAR

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

253. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena	X		
Suavizadores	X		
Filtros de carbón	x		
Otros (especificar)			

254. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

255. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	x			Tons
Calderas	X			

256. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

257. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	Reutilización del agua de ósmosis, transportadores
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?
En qué áreas?

258. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
259. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
260. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	Si
261. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
262. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
263. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
264. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuestas electrónica

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial	
Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha:30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

265. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	Confidencial
266. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	Confidencial

Encuesta de consumo de agua

267. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	550
---	-----

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empackado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

268. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

269. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	Confidencial

270. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

271. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Suavizadores
- Sanitarios
- Lavado

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

272. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores	X		
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

273. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

274. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)		X		Tons
Calderas		X		

275. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

276. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?
En qué áreas?

277. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de	Negativo
---	----------

ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	
278. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
279. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
280. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
281. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
282. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
283. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial	
Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha:30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

284. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	1,350
285. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	780,000 piezas
286. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	367

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empacado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

287. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

288. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	1,350

289. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

290. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Cuarto de pintura
- Sanitarios
- Torre de enfriamiento
- Enfriamiento

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

291. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

292. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

293. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	x			Tons
Calderas		X		

294. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

295. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?
En qué áreas?

296. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
297. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
298. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
299. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
300. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
301. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A

302. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)	N/A
---	-----

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Luis Adrián Robles López	
Puesto: Gerente de Facilities	
Departamento: 030 (Facilities)	Fecha: Sept 7, 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

303. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)	36,000
304. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	4000

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empackado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

305. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	X		
Otros(Mencionar)	X		Recuperación- Reciclado de procesos.
Combinado		X	

306. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	36,000

307. Se conoce el consumo de agua por producto, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

Producto	Consumo de agua por mes (m ³)
Procesos	62,000
Consumo edificio (sanitarios, jardines)	4,000

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

308. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena	X		200
Suavizadores	X		900
Filtros de carbón	X		100
Otros (especificar)			

309. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? Ultrafiltración.

¿Cuál es el volumen tratado por mes? 25,000 m³

310. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	X		13	5000 Tons
Calderas		X		

311. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

Proceso/equipo	Consumo de agua por mes (m ³)
Wafer Level	16500
Singulation	15000
Torres de enfriamiento	18000
Otros	12500

312. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización

Recuperación de agua de rechazo de Ósmosis.
Recuperación de agua de procesos por medio de Uf.
Se recuperan 30,000 m3

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa? Si
En qué áreas? Proceso de backgrinder que pertenece a Wafer Level y recuperación del agua de purge de torres de enfriamiento.

313. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	No
314. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	Si
315. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	Negativo, pruebas se realizan cada año.
316. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	2,500
317. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	600
318. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	700
319. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	200

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial	
Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha: 30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

320. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	1,240
321. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	68,492 piezas
322. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empaçado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

323. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	X		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

324. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	1,240

325. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

326. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Suavizadores
- Sanitarios
- Lavado
- Áreas verdes
- Cocina
- Torre de enfriamiento

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

327. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores	X		
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

328. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

329. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	x			Tons
Calderas		X		

330. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

331. Mencionar los proyectos de ahorro de agua	
--	--

que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
--	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?
En qué áreas?

332. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
333. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
334. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
335. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
336. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
337. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
338. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)	N/A

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial	
Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha:30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

339. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	2,500
340. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	238,857 piezas
341. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	12,300

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empacado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

342. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

343. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	2,500

344. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

345. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Limpieza
- Sanitarios
- Áreas verdes
- Cocina
- PTAR
- Torres de enfriamiento
- Anodizado
- Calderas

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

346. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

347. Tratamiento de aguas residuales SÍ No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

348. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	X			Tons
Calderas	X			

349. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

350. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?
En qué áreas?

351. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
352. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
353. El agua para pruebas y prácticas de sistemas	N/A

contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	
354. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
355. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
356. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
357. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial	
Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha: 30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

358. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	1,650
359. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	512,231 piezas
360. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	800

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empaçado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

361. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

362. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	1,650

363. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

364. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Sanitarios
- PTAR
- Torres de enfriamiento
- Lavado
- Enfriamiento

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

365. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

366. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

367. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	X			Tons
Calderas				

368. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

369. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?
En qué áreas?

370. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
371. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
372. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
373. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
374. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
375. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
376. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial

Encuesta de consumo de agua

Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha: 30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

377. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	1,122
378. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	45,000 piezas
379. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	400

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empaçado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

380. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No
Municipal	x	
Otros(Mencionar)		
Combinado		

381. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	1,122

382. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

383. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Limpieza
- Sanitarios
- Cuarto de pintura
- Lavado
- Áreas verdes
- Cocina
- PTAR

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

384. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

385. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

386. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)		x		Tons
Calderas		X		

387. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

388. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?

En qué áreas?

389. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
390. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
391. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
392. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
393. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
394. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
395. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Erick Ramírez	
Puesto: Jefe	
Departamento: Seguridad e Higiene	Fecha: 26 de Octubre 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

396. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	
397. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	20,000
398. Cantidad de empleados que laboran en la	190

empresa:	
----------	--

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empaçado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

399. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

400. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	

401. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

402. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Suavizadores
- Sanitarios
- Lavado
- Torre de enfriamiento
- Enfriamiento

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

403. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores	X		
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

404. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

405. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	X			Tons
Calderas		X		

406. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

407. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?

En qué áreas?

408. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes	Negativo
---	----------

(litros)?	
409. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
410. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
411. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
412. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
413. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
414. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuestas papel

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial	
Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha:30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

415. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	Confidencial
416. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	9,000,000 Kgs
417. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empaçado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

418. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			

Combinado			
-----------	--	--	--

419. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	confidencial

420. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

421. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Sanitarios
- Cocina
- PTAR
- Calderas
- Mezcladora
- Espesamiento

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

422. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

423. Tratamiento de aguas residuales SÍ No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

424. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)		X		Tons
Calderas	X			

425. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

426. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?
En qué áreas?

427. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
428. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
429. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
430. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios	N/A

y cocina/comedor al mes (m ³)?	
431. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
432. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
433. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial	
Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha: 30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

434. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	Confidencial
435. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	10,553.64 Kgs
436. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empacado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

437. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

438. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	confidencial

439. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

440. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Sanitarios
- Calderas
- Mezcladora
- Espesamiento

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

441. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

442. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

443. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)		X		Tons
Calderas	X			

444. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

445. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?
En qué áreas?

446. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
447. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
448. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
449. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
450. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
451. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
452. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial	
Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha:30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

453. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	Confidencial
454. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	3,807,690 Kg
455. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empacado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

456. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

457. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	Confidencial

458. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

459. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Sanitarios
- Calderas
- Mezcladora

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

460. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

461. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

462. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)		X		Tons
Calderas	X			

463. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

464. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?
En qué áreas?

465. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
466. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
467. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
468. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
469. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
470. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
471. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial	
Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha:30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

472. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	Confidencial
473. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	204,450 Kg
474. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empaçado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

475. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

476. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	confidencial

477. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

478. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Sanitarios
- PTAR
- Calderas
- Mezcladora
- Espesamiento

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

479. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

480. Tratamiento de aguas residuales SÍ No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

481. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)		X		Tons
Calderas	X			

482. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

483. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?

En qué áreas?

484. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
485. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
486. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A

487. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
488. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
489. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
490. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuesta consumo agua

Nombre: Confidencial	
Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha:30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

491. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	101,177
492. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	468,000 kg
493. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empaçado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

494. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
495. Municipal	496. x	497.	498.
499. Otros(Mencionar)	500.	501.	502.
503. Combinado	504.	505.	506.

507. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	101,177

508. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

509. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Sanitarios
- Cocina
- PTAR

- Calderas
- Mezcladora
- Espesamiento

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

510. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

511. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

512. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)		X		Tons
Calderas	X			

513. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

514. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?

En qué áreas?

515. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
516. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
517. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
518. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
519. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
520. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
521. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial

Encuesta de consumo de agua

Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha: 30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

522. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	Confidencial
523. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	624,272.70 Kg
524. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empackado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

525. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No
Municipal	x	
Otros(Mencionar)		
Combinado		

526. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	confidencial

527. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

528. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Sanitarios
- PTAR
- Calderas
- Mezcladora
- Espesamiento

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

529. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

530. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

531. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)		X		Tons
Calderas	X			

532. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

533. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?
En qué áreas?

534. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
535. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
536. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
537. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
538. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
539. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
540. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuestas generación energía eléctrica

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial	
Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha:30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

Encuesta de consumo de agua

541. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	648,000
542. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	416,000 MW-h
543. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empaçado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

544. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

545. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	648,000

546. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

547. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Sanitarios
- PTAR
- Calderas
- Torres de enfriamiento

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

548. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

549. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

550. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	X			Tons
Calderas	X			

551. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

552. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?
En qué áreas?

553. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
554. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
555. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
556. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
557. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
558. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
559. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial	
Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha: 30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

560. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	477,400
561. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	307083.33 MW-h
562. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empacado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

563. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		

Otros(Mencionar)			
Combinado			

564. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	477,400

565. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

566. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Sanitarios
- PTAR
- Calderas
- Torres de enfriamiento

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

567. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

568. Tratamiento de aguas residuales SÍ No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

569. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	X			Tons
Calderas	X			

570. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

571. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?

En qué áreas?

572. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
573. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
574. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
575. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
576. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A

577. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
578. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuestas metalmecánica

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial	
Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha: 30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

579. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	Confidencial
580. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	Confidencial
581. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empackado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

582. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

583. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	confidencial

584. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

585. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Sanitarios
- PTAR
- Torres de enfriamiento
- Lavado de piezas
- Ósmosis

- Cocina

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

586. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m3)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

587. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

588. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	X			Tons
Calderas		X		

589. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

590. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?

En qué áreas?

591. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
592. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
593. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
594. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
595. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
596. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
597. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuesta de consumo de agua

Nombre: LORENZO IVAN RIVERA GONZALEZ	
Puesto: JEFE DE MANTENIMIENTO	
Departamento: MANTENIMIENTO	Fecha: 14/11/2016

Encuesta de consumo de agua

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

598. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	126 (PROM. 2016)
599. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	2,262 TON
600. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	64 TRABAJADORES + 7 EMPLEADOS ADMINISTRATIVOS

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empackado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

601. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	X		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

602. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	126

603. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

604. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Ósmosis
- Sanitarios
- Torres de enfriamiento
- Enfriamiento
- Cocina

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

605. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón	X		
Otros (especificar)			

606. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

607. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	X		3	10, 74 Y 100 Tons

Calderas		X		
----------	--	---	--	--

608. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

609. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	NINGUNO
---	---------

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?
En qué áreas?

610. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	1,500
611. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	NO
612. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
613. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	SE DESCONOCE
614. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	SE DESCONOCE
615. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
616. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuestas otras

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial	
Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha:30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

617. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	Confidencial
618. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	Confidencial
619. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empaçado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

620. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

621. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

622. Fuente	623. Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	confidencial

624. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

625. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Sanitarios
- Enfriamiento
- PTAR
- Torre de enfriamiento
- Tanque para prueba de impacto y penetración

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

626. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

627. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

628. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	x			Tons
Calderas		X		

629. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

630. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?
En qué áreas?

631. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
632. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A

633. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
634. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
635. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
636. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
637. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial	
Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha: 30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

638. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	Confidencial
639. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	Confidencial
640. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empaçado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

641. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

642. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	confidencial

643. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

644. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Sanitarios
- Enfriamiento
- Cocina
- Torre de enfriamiento
- Lavandería

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

645. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

646. Tratamiento de aguas residuales ☒ Sí ☐ No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

647. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	x			Tons
Calderas		X		

648. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

649. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?
En qué áreas?

650. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
651. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
652. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
653. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
654. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
655. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
656. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Juan José Arredondo	
Puesto: Químico	
Departamento: Calidad	Fecha: 22 de Noviembre 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

657. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	65
658. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	1,277,000 litros
659. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empaçado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

660. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Sí	No
Municipal	x	
Otros(Mencionar)		
Combinado		

661. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	65

662. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

663. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Sanitarios
- Mezclador
- Regaderas
- Condensador

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

664. Tratamiento de agua

Tipo	Sí	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

665. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

666. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)		x		Tons
Calderas		X		

667. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

668. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?

En qué áreas?

669. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
670. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
671. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
672. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
673. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
674. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
675. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Martin Ley	
Puesto: Jefe	
Departamento: Seguridad e Higiene	Fecha: 27 de Octubre 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

676. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	278
677. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	8,500,000 piezas
678. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.

- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empacado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

679. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

680. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	278

681. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

682. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Sanitarios
- Cocina
- Torre de enfriamiento
- Áreas verdes

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

683. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

684. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

685. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	x			Tons
Calderas		X		

686. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

687. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?

En qué áreas?

688. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
689. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
690. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de	N/A

ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	
691. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
692. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
693. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
694. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Mariana Flores Hernández	
Puesto: Coordinadora de Facilities	
Departamento: Facilities	Fecha: 16/Nov/2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

695. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	Promedio 1,823
696. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	566,000 piezas al mes.
697. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	1,439

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empacado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

698. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	X		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

699. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	Promedio 1,823 m ³

700. Se conoce el consumo de agua por producto, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

701. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Lavado
- Cocina

- Sanitarios
- Enfriamiento
- Áreas verdes
- Torre de enfriamiento

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

702. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena	X		Ósmosis – No determinado
Suavizadores	X		Ósmosis - No determinado
Filtros de carbón	X		Ósmosis -No determinado
Otros (especificar)			

703. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

704. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	X		2	250 Tons cada uno
Calderas		X		

705. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

Proceso/equipo	Consumo de agua por mes (m ³)
Torres de Enfriamiento (2)	112,000, galones – invierno
	413,700 Galones verano.

706. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	Renovación del jardín. Instalación de mingitorios libres de agua
---	---

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?

En qué áreas?

707. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	No
708. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	Si, se cuentan con mingitorios secos.
709. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	Afirmativo
710. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/D
711. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/D
712. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	—
713. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)	N/A

Encuestas plástico

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial	
Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha: 30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

714. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	Confidencial
715. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	39,600 kg
716. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empackado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

717. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

718. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	confidencial

719. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

720. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Sanitarios
- Torre de enfriamiento

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

721. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

722. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

723. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	x			Tons
Calderas		X		

724. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

725. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?
En qué áreas?

726. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
727. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
728. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
729. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
730. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
731. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
732. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial	
Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha: 30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

733. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	1,001.75
734. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	167,787 kg
735. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empacado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

736. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

737. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	1,001.75

738. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

739. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Sanitarios
- Torre de enfriamiento
- Enfriamiento
- Áreas verdes

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

740. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

741. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

742. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	x			Tons
Calderas		X		

743. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

744. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?
En qué áreas?

745. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
746. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
747. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a	N/A

cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	
748. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
749. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
750. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
751. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial	
Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha: 30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

752. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	Confidencial
753. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	Confidencial
754. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empacado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

755. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

756. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	Confidencial

757. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

758. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Sanitarios
- Torre de enfriamiento

- Enfriamiento

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

759. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

760. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

761. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	x			Tons
Calderas		X		

762. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

763. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?
En qué áreas?

764. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
765. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
766. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
767. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
768. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
769. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
770. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuestas rastro

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Confidencial

Encuesta de consumo de agua

Puesto: Confidencial	
Departamento: Confidencial	Fecha:30 de Julio 2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

771. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	15,532.42
772. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	22,916 cabezas
773. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empackado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

774. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No
Municipal	X	
Otros(Mencionar)		
Combinado		

775. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	15,532.42

776. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

777. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Lavado de res(sacrificio-producción)
- Lavado de canales
- Lavandería
- Limpieza de maquinaria y equipo
- Sanitarios
- Calderas
- Uso animal

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

778. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena		X	
Suavizadores		X	
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

779. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

780. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	x			Tons
Calderas		X		

781. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

782. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?

En qué áreas?

783. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	Negativo
784. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	N/A
785. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	N/A
786. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	N/A
787. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	N/A
788. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	N/A
789. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	N/A

Encuestas vidrio

Encuesta de consumo de agua

Nombre: José Luis Redona Cota	
Puesto: Jefe	
Departamento: Ingeniería de planta	Fecha: 11/05/16

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

790. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	9,500
791. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	9,500,000 kg

Encuesta de consumo de agua

792. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	279
---	-----

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empackado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

793. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		
Otros(Mencionar)			
Combinado			

794. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	9,500

795. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

Producto/Proceso	Consumo de agua por mes (m ³)
materia prima premezclada	460
torres de enfriamiento de proceso	7,600
riego areas verdes	860

796. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

797. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena	X		160
Suavizadores	X		80
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

798. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes? 650

799. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	x		5	5,600 Tons
Calderas		X		

800. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

Proceso/equipo	Consumo de agua por mes (m ³)
materia prima premezclada	460
torres de enfriamiento de proceso	7,600
riego areas verdes	860

801. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa,	reutilizacion del agua de recirculacion de torres de enfriamiento
--	---

incluyendo reutilización	
Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa? En qué áreas? Tratamiento en aguas en torres de enfriamiento	
802. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	NO
803. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	NO
804. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	descarga pluvial en diferentes zonas trimestral
805. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	75
806. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	10
807. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	1,240
808. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)	no se cuenta

Encuesta de consumo de agua

Nombre: Flerida Yedid Castañeda Montoya	
Puesto: control ambiental seguridad e higiene	
Departamento: cash	Fecha:24-10-2016

Para cada elemento identificado a continuación, subraye la respuesta más acorde a la situación de la empresa.

Objetivo: Realizar un diagnóstico del panorama actual del consumo del agua en la industria.

809. ¿Cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	439
810. ¿Cuánto es la producción mensual (kg/piezas/litros)?	70,565 kg
811. Cantidad de empleados que laboran en la empresa:	279

Se requiere analizar los siguientes componentes del uso del agua en su empresa:

- Agua incorporada en el producto como ingrediente.
- Agua consumida (se define como la que no regresa al sistema de agua de donde se obtuvo) durante el proceso productivo (por ejemplo proceso de embotellado, lavado, limpieza, etiquetado, empaçado, etc.).
- Aguas residuales contaminadas.

Por lo que se le pide por favor contestar las siguientes preguntas y llenar los datos requeridos.

812. ¿De qué tipo de fuente se utiliza el agua para la elaboración de sus productos?

Fuente	Si	No	
Municipal	x		

Otros(Mencionar)			
Combinado			

813. En caso de utilizar agua de red municipal y de otros tipos de fuentes. ¿Cuánto es el consumo por cada fuente de extracción?

Fuente	Consumo de agua por mes (m ³)
Municipal	439

814. Se conoce el consumo de agua por producto/proceso, en caso de ser afirmativa, favor de enumerarlos

815. En caso de no contar con los consumos de agua por procesos, favor de enlistarlos:

- Mezclado
- Torres de enfriamiento
- Áreas verdes
- Baterías
- Suavizadores
- Sanitarios
- Cocina

¿La empresa cuenta con los siguientes procesos?:

816. Tratamiento de agua

Tipo	Si	No	Consumo de agua por mes (m ³)
Filtros de arena	X		
Suavizadores	X		
Filtros de carbón		X	
Otros (especificar)			

817. Tratamiento de aguas residuales Sí No

En caso de ser la respuesta afirmativa ¿De qué tipo? sedimentación _____

¿Cuál es el volumen tratado por mes?

818. Equipos auxiliares

	Si	No	Cantidad	Capacidad
Sistemas de agua helada (Chillers)	x			Tons
Calderas		X		

819. ¿Cuánto consume de agua en sus procesos de producción y equipos?

820. Mencionar los proyectos de ahorro de agua que han implementado en la empresa, incluyendo reutilización	
---	--

Además de los proyectos que se tengan, existen otras oportunidades de ahorro de agua en su empresa?
En qué áreas?

821. ¿Se utiliza agua tratada para el consumo de agua potable para los empleados de caso de ser afirmativo, cuanto es el consumo al mes (litros)?	NO
822. Se cuentan con dispositivos ahorradores de agua para sanitarios y cocina/comedor, al igual de contar con mingitorios secos?	NO
823. El agua para pruebas y prácticas de sistemas contra incendios, se retorna a cisterna/tanque o se recolecta? En caso de ser negativo cada cuanto se realizan las prácticas y las pruebas?	NA

824. ¿Cuánto es el consumo de agua en sanitarios y cocina/comedor al mes (m ³)?	3
825. ¿Cuánto es el consumo de agua para uso de limpieza en la empresa (m ³)?	1
826. ¿Cuánto es el consumo de agua en áreas verdes al mes (m ³)?	1
827. ¿En caso de contar con servicio de lavandería y regaderas, cuánto es el consumo de agua al mes (m ³)?	NA