

TESIS DE MAESTRÍA  
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE  
NEGOCIOS

**Título:**  
**“Propuesta de saneamiento de agua mediante  
tratamientos fotocatalíticos en Comodoro  
Rivadavia”**

Autor: Ing. Juliana Andrea Leguizamón González  
Director de Tesis: Lic. Aldo Albarellos

Buenos Aires - 2020

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi madre, mis familiares y amigos más cercanos por su afecto, cariño y por haberme acompañado desde la distancia y presencialmente en mi proceso de escritura, redacción y entrega de mi trabajo de posgrado.

Adicionalmente agradezco a los miembros de la Kosen Sangha, del Dojo Dai Shin Kai y del Dojo Minami Kaze no Shin por sus valiosas enseñanzas, que me permiten a diario crecer y fortalecerme espiritualmente.

También agradezco a mi director, el Lic. Aldo Albarelos, por compartir sus conocimientos y por haber tenido la paciencia necesaria para leer, corregirme y guiarme durante el desarrollo del documento.

Doy gracias a los funcionarios de la Municipalidad de Comodoro Rivadavia, de la Sociedad Cooperativa Popular Limitada y a la Cámara de Comercio de Comodoro Rivadavia y a los investigadores particulares que respondieron a mis consultas.

Por último, doy gracias a la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco y a la Universidad Tecnológica Nacional por haber facilitado las herramientas y pautas necesarias para la presentación de este trabajo.

## ÍNDICE ALFABETICO

- Agua, 18  
**Agua embotellada:**, 44  
**Agua subterránea:**, 43  
**Alternativas a la extracción de agua del Lago Musters para el suministro de agua potable en Comodoro Rivadavia:**, 41  
**Análisis DOFA**, 137  
**analista de compras**, 161  
**Analista de laboratorio**, 162  
Antecedentes de uso de fotocatalisis heterogénea con dióxido de titanio en el tratamiento de lagos, 74  
Aplicabilidad a escala industrial de los tratamientos fotocatalíticos en Comodoro Rivadavia, 96  
Aplicación de la fotocatalisis con TiO<sub>2</sub> en tratamiento de aguas residuales para reuso, 83  
Aplicación potencial de la fotocatalisis con TiO<sub>2</sub> en la desinfección de agua de la planta de tratamiento de aguas de la Sociedad Cooperativa de Comodoro Rivadavia, 82  
aplicaciones de la FOTOCATALISIS HETEROGÉNEA con dióxido de titanio en purificación de aguas, 51  
Aplicaciones potenciales de la fotocatalisis heterogénea dentro de la ciudad de comodoro rivadavia, 78  
aplicaciones potenciales de la fotocatalisis heterogénea en la desinfección de agua de lagos, 73  
**Aplicaciones prácticas de la fotocatalisis y el mercado mundial**, 58  
**auxiliar contable-administrativo(a)**, 164  
**Basadas en el agua:**, 36  
Canvas (lienzo) como herramienta para el modelo de negocios, 112  
Capacidad de prestación de servicio, activos fijos y ciclo del servicio:, 152  
**Caracterización del servicio público de agua y saneamiento en la República Argentina**, 25  
CONCLUSIONES, 178  
Consideraciones para escalar industrialmente tratamientos fotocataliticos de aguas, 71  
Consultoría  
Definición y aspectos relevantes, 105  
**Contador Público**, 163  
Costeo de procesos fotocatalíticos, 64  
Costo de personal, 172  
Costo de transformación de agua cruda a agua tratada, 80  
**Costo variable**, 170  
**Costos Fijos**, 172  
Cuantificación y costeo aproximado de tratamiento de agua en Comodoro Rivadavia, 78  
Demanda y Oferta de agua, 79  
Depreciación, 170  
**Desalinización de agua marina:**, 42  
Descripción de la metodología, 49  
Descripción del problema, 22  
Diferencias entre modelo de negocio, idea de negocio y plan de negocios, 115  
dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>), 18  
**Distribución de la planta**, 156  
**El plan de negocios para el presente trabajo**, 111  
Emprendimiento en tecnologías emergentes en el medio ambiente, 99  
Encuestas de sondeo de conocimiento de Fotocatalisis en Comodoro Rivadavia, 86  
**Enfermedades relacionadas con el agua :**, 36  
Entrevistas realizadas a algunos funcionarios de la SCPL y de la Subsecretaria de Medio Ambiente de la MCR, 94  
Estimación de costos de los tratamientos de agua potable y algunos aspectos económicos:, 72  
**Estrategia de comunicación**, 149  
**Estrategia de distribución**, 149  
Estructura de la tesis, 49  
**Estructura de precios**, 147  
Estructura organizativa, 159  
**Estudio de mercado del sector farmacéutico**, 139  
**Estudios académicos de la contaminación acuática en la comunidad de Comodoro Rivadavia:**, 44  
**Extracción de agua del Lago Colhue Huapi:**, 44  
**Flujograma de corridas experimentales en laboratorio**, 154  
**Flujograma de costeo de escalamiento industrial de proceso fotocatalítico**, 155

Flujograma de venta de servicio de consultoría, de corridas experimentales en laboratorio y de costeo de escalamiento comercial del proceso fotocatalítico, 154

Fotocatálisis Heterogénea, 18

**Fotocatálisis heterogénea con Dióxido de Titanio (TiO<sub>2</sub>)**, 55

Fotocatálisis heterogénea con TiO<sub>2</sub> aplicada en tratamientos de aguas, 61

**Gerente General Comercial**, 165

Guía práctica de elaboración de un plan de negocios, 111

**Hipótesis**, 48

**ingeniero de ventas**, 161

Intento de Relevamiento de información en otras fuentes, 95

INTRODUCCION, 22

Inversión total, 169

LA CONSULTORA COMO INSTRUMENTO DE NEGOCIO PARA LA INSERCIÓN de TECNOLOGÍAS EMERGENTES, 98

**Lavables con agua:**, 36

**Localización**, 157

Modelo de negocio “Zen Canvas” de Yongcho Cho, 116

Modelo de negocios tipo Zen Canvas para consultora de tratamientos fotocatalíticos, 122

Modelos de negocio según Osterwalder y Pigneur (Canvas), 112

**Módulo de gestión de Marketing**, 138

Módulo de gestión de personas, 159

Módulo de gestión estratégica, 135

Módulo de gestión financiera, 168

Módulo de gestión legal, 166

Módulo de gestión operativa, 151

Municipalidad de Comodoro Rivadavia (MCR), 18

Necesidad de personal, 159

Objetivo general, 48

**Objetivos de gestión estratégica**, 138

Objetivos de producción u operativos, 151

**Objetivos específicos**, 48

plan de negocios, 18

Plan de negocios, 18

Plan de negocios estándar de Watson y Wise (1997):, 110

Plan de negocios para empresa consultora de tratamientos fotocatalíticos “Ing. J. Leguizamón”, 135

Precio de venta al consumidor final de agua, 80

Productos químicos e insumos necesarios:, 151

RECOMENDACIONES, 182

Referencias, 183

**Reseña histórica de Comodoro Rivadavia**, 23

**Resumen de costos variables**, 171

Resumen ejecutivo, 135

**Servicio de acompañamiento en escalamiento comercial**, 171

**Servicio de consultoría de escalamiento comercial**, 171

Sociedad Cooperativa de Comodoro Rivadavia (SCPL), 18

tecnología emergente, 18

Tecnologías emergentes y el medio ambiente, 100

Tecnologías modernas y tecnologías emergentes, 100

**Transmitidas por el agua:**, 36

**Tratamiento de aguas en Comodoro Rivadavia y reconocimiento de las alternativas existentes en cuanto a desinfección de aguas**, 39

tratamientos fotocatalíticos, 18

**Una aproximación al problema de la falta de potabilidad del agua en Comodoro Rivadavia**, 35

VAN, 175

VPN, 175

Zen Canvas, 19

## TABLA DE CONTENIDO

índice ALFABETICO .....	3
tabla de contenido .....	5
lista de tablas.....	8
lista de abreviaciones .....	15
resumen .....	17
ABSTRACT.....	19
CAPÍTULO I: INTRODUCCION .....	21
1.1 Descripción del problema .....	21
(iii) descripción del proceso de gestión del servicio público de agua de Comodoro Rivadavia: .....	28
.....	41
Desalinización de agua marina: .....	41
<b>Agua subterránea:</b> .....	42
<b>Extracción de agua del Lago Colhue Huapi:</b> .....	43
<b>Agua embotellada:</b> .....	43
1.1.    Objetivos e hipótesis .....	47
1.2.1. Objetivo general.....	47
1.3.    Descripción de la metodología.....	48
1.4.    Estructura de la tesis.....	48
CAPÍTULO II: aplicaciones de la FOTOCATÁLISIS HETEROGÉNEA con dióxido de titanio en purificación de aguas .....	51
<b>2.1. Fotocatálisis heterogénea con Dióxido de Titanio (TiO<sub>2</sub>)</b> .....	56
2.1.1. Fotocatálisis heterogénea: definición y características .....	56
2.1.2. Breve resumen del mecanismo de reacción en procesos fotocatalíticos.....	57
2.3. Fotocatálisis heterogénea con TiO <sub>2</sub> aplicada en tratamientos de aguas:.....	61
2.4. Costeo de procesos fotocatalíticos .....	65

2.5. Consideraciones para escalar industrialmente tratamientos fotocatalíticos de aguas:.....	71
CAPÍTULO III: perspectivas del USO DE LA TECNOLOGIA DE FOTOCATALISIS HETEROGENEA CON DIOXIDO DE TITANIO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS DE COMODORO RIVADAVIA.....	
3.1. aplicaciones potenciales de la fotocatalisis heterogénea en la desinfección de agua de lagos .....	73
3.1.1 Características fisicoquímicas del Lago Musters.....	73
3.1.2. Antecedentes de uso de fotocatalisis heterogénea con dióxido de titanio en el tratamiento de lagos .....	74
3.2 aplicaciones potenciales de la fotocatalisis heterogénea dentro de la ciudad de comodoro rivadavia.....	78
3.2.1 Cuantificación y costeo aproximado de tratamiento de agua en Comodoro Rivadavia .....	78
CAPITULO IV: LA CONSULTORA COMO INSTRUMENTO DE NEGOCIO PARA LA INSERCIÓN de TECNOLOGÍAS EMERGENTES .....	
4.1. Emprendimiento en tecnologías emergentes en el medio ambiente .....	100
4.1.1. Tecnologías modernas y tecnologías emergentes: .....	100
4.1.2. Tecnologías emergentes y el medio ambiente: .....	101
4.1.3. Innovación y desarrollo.....	104
4.1.4. Consultoría: Definición y aspectos relevantes .....	105
4.2. Plan de negocios.....	106
4.2.1. Plan de negocios: Definición .....	106
4.2.2 Estructura de un Plan de Negocios .....	107
4.3 Canvas (lienzo) como herramienta para el modelo de negocios.....	111
4.3.1 Modelos de negocio según Osterwalder y Pigneur (Canvas): .....	111
4.3.2 Otras definiciones de modelo de negocios:.....	113
4.3.3 Diferencias entre modelo de negocio, idea de negocio y plan de negocios.....	115
4.3.4 Modelo de negocio “Zen Canvas” de Yongcho Cho: .....	115
4.4 Modelo de negocios tipo Zen Canvas para consultora de tratamientos fotocatalíticos	121

4.5 Plan de negocios para empresa consultora de tratamientos fotocatalíticos “Ing. J. Leguizamón” .....	134
4.5.3.1 Estrategia del marketing.....	144
4.5.4 Módulo de gestión operativa:.....	149
4.5.5 Módulo de gestión de personas .....	158
4.5.6 Módulo de gestión legal:.....	164
4.5.7 Módulo de gestión financiera:.....	166
4.5.8 Estado de resultado: .....	171
4.5.9 Evaluación de la inversión .....	173
CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	174
Capitulo VI - CONCLUSIONES .....	177
Conclusión objetivo 1: .....	177
Conclusión objetivo 2: .....	177
Conclusión objetivo 3: .....	178
Conclusión objetivo 4: .....	178
Conclusión objetivo 5: .....	179
Conclusión objetivo 6: .....	179
capitulo VII - RECOMENDACIONES .....	181
Referencias.....	182

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Crecimiento por país de publicaciones científicas que contienen las palabras clave “photocatalytic degradation” en la degradación de compuestos orgánicos (Singh & Borthakur, 2018).	52
Tabla 2 Crecimiento anual de publicaciones científicas que contienen las palabras clave “photocatalytic degradation” en la degradación de compuestos orgánicos (Singh & Borthakur, 2018).	53
Tabla 3 Cantidad de proyectos de investigación en tratamientos de aguas y presupuestos asignados (Portal de Información de Ciencia y Tecnología Argentino, 2019).	54
Tabla 4 Proyectos de investigación de fotocatalisis en Argentina (Portal de Información de Ciencia y Tecnología Argentino, 2019)	55
Tabla 5: Principales aplicaciones comerciales de procesos de TiO <sub>2</sub> con luz solar (Marotta, 2015)	60
Tabla 6: Contaminantes principales tratados mediante la fotocatalisis (Belver, Bedia, Gómez-Aviles, Peñas-Garzón, & Rodriguez, 2019).	62
Tabla 7 Marcas comerciales de dióxido de titanio para usos en fotocatalisis (Belver, Bedia, Gómez-Aviles, Peñas-Garzón, & Rodriguez, 2019).	63
Tabla 8 Patentes de sistemas fotocatalíticos para tratamientos de aguas (Belver, Bedia, Gómez-Aviles, Peñas-Garzón, & Rodriguez, 2019).	64
Tabla 9 Variables técnicas para el diseño de reactores fotocatalíticos solares (Marotta, 2015)...	65
Tabla 10 Variables económicas para el diseño de reactores fotocatalíticos solares (Marotta, 2015)	65
Tabla 11 Indicadores de consumo de energía eléctrica y de área de colector en los procesos avanzados de oxidación (Bolton, 2001).	66
Tabla 12 Publicaciones de procesos avanzados de oxidación de los últimos trece años hallados en las bases de datos de Scopus (SC) y Web of Science (WS) (Gimenez, Esplugas, Malato, & Peral, 2019).	67
Tabla 13 Costos de operación y condiciones experimentales de fotodegradación solar y lámparas UV-A de fármacos en sistemas heterogéneos (Duran A. e., 2018)	69
Tabla 14 Costos promedio de operación y mantenimiento de cuatro procesos avanzados de oxidación (Gordillo de Coss, 2013)	69
Tabla 15 Caracterización fisicoquímica del lago Musters (Scordo, 2018)	74
Tabla 16 Algunos estudios de laboratorio de fotocatalisis aplicado a la degradación de materia orgánica natural en lagos. Extraído y adaptado de (Sillanpää, Ncibi, & Matilainen, Advanced	

oxidation processes for the removal of natural organic matter from drinking water sources: A comprehensive review, 2018) .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 17 Cuadro tarifario aplicado al agua residencial (Sociedad Cooperativa de Comodoro Rivadavia, 2017). .....	80
Tabla 18 Cuadro tarifario de metro cubico de agua por tipo de usuario (Honorable Legislatura del Chubut, 2014). .....	81
Tabla 19 Estructura de costos por block de agua de la Provincia del Chubut cobrada a la SCPL (Honorable Legislatura del Chubut, 2014) .....	81
Tabla 20 Algunos tratamientos de aguas residuales utilizando fotorreactores (Horikoshi & Serpone, 2020) .....	86
Tabla 21 Origen del modelo de negocio “Zen Canvas”. Extraido de (Cho, Business Model Zen, the modeling of business model with balanced integrity, customer focus and strategic thinking, 2016) .....	117
Tabla 22 Componentes a revisar después de crear el modelo de negocio. Extraido de (Cho, Business Model Zen, the modeling of business model with balanced integrity, customer focus and strategic thinking, 2016) .....	118
Tabla 23 Objetivos del concepto, plan y ejecución en el modelo “Zen Canvas”. Extraido de (Cho, Business Model Zen, the modeling of business model with balanced integrity, customer focus and strategic thinking, 2016) .....	120
Tabla 24 Proceso iterativo inicial de primer lienzo de modelo de negocio. Fuente: Elaboración propia .....	123
Tabla 25 Primer lienzo de modelo de negocios para consultora de tratamientos fotocatalíticos de aguas. Fuente: Elaboración propia .....	126
Tabla 26 Segundo proceso iterativo de creación de modelo de negocio de consultora de tratamientos fotocatalíticos. Fuente: Elaboración Propia .....	130
Tabla 27 Lienzo definitivo de modelo de negocio tipo “Zen Canvas” de Cho. Fuente: Elaboración propia. ....	133
Tabla 28 Analisis DOFA de consultora de tratamientos fotocatalíticos. Fuente: Elaboración propia .....	136
Tabla 29 Objetivos de gestión estratégica para la consultora de tratamientos fotocatalíticos. Fuente: Elaboración propia. ....	137
Tabla 30 Principios activos más importantes fabricados por los laboratorios públicos argentinos. Extraido de (Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Buenos Aires, 2019). .....	139

Tabla 31 Análisis competitivo aplicado a la consultora de tratamientos fotocatalíticos de aguas. Fuente: Elaboración propia. ....	141
Tabla 32 Competidores directos de Consultora Ing. J. Leguizamón. Fuente: Elaboración propia. .....	142
Tabla 33 Ventajas competitivas de la empresa consultora Ing. J. Leguizamón. Fuente: Elaboración propia. ....	142
Tabla 34 Proveedores de la empresa consultora Ing. J. Leguizamón. Fuente: Elaboración propia. .....	143
Tabla 35 Evaluación de proveedores críticos. Fuente: Elaboración propia.....	143
Tabla 36 Proyección de ventas de la consultora Ing. J. Leguizamón. Fuente: Elaboración propia .....	144
Tabla 37 Caracterización de los servicios a prestar por parte de la consultroa Ing. J. Leguizamón. Fuente: Elaboración propia .....	145
Tabla 38 Costos fijos mensuales de la empresa de consultoria Ing. J. Leguizamón. Fuente: Elaboración propia. ....	146
Tabla 39 Costos de recursos humanos de la consultora Ing. J. Leguizamón. Fuente: Elaboración propia. ....	146
Tabla 40 Proyección a 5 años de costos de recursos humanos de la consultora Ing. J. Leguizamón .....	147
Tabla 41 Estimación de precio de venta de la consultoria en escalamiento comercial y protocolo de transferencia. Fuente: Elaboración propia.....	147
Tabla 42 Presupuesto para materiales de plan de comunicación de la consultora Ing. J. Leguizamón. Fuente: Elaboración propia. ....	148
Tabla 43 Objetivos de producción u operativos de la empresa consultora Ing. J. Leguizamón. Fuente: Elaboración propia. ....	149
Tabla 44 Productos químicos e insumos necesarios en la empresa consultora. Fuente: Elaboracion propia. ....	150
Tabla 45 Capacidad de prestación de servicios de la consultora. Fuente: Elaboración propia...	151
Tabla 46 Activos fijos de la compañía. Fuente. Elaboración propia .....	151
Tabla 47 Ciclo de servicios de la compañía. Fuente: Elaboración propia. ....	152
Tabla 48 Alternativas de localización de la empresa consultora. Fuente: Elaboración propia...	156
Tabla 49 Evaluación de alternativas de localización de la empresa. Fuente: Elaboración propia. .....	157
Tabla 50: Buenas prácticas laborales en la empresa. Fuente: Elaboración propia. ....	157

Tabla 51 Necesidad de personal dentro de la empresa consultora. Fuente: Elaboración propia	158
Tabla 52: Principales funciones administrativas de personal de la empresa. Fuente: Elaboración propia. ....	159
Tabla 53 Perfil de ingeniero de ventas. Fuente: Elaboración propia .....	160
Tabla 54 Perfil de analista de compras. Fuente: Elaboración propia.....	161
Tabla 55 Perfiles de analistas de laboratorio. Fuente: Elaboración propia. ....	162
Tabla 56 Perfil de contador público. Fuente: Elaboración propia. ....	163
Tabla 57 Perfil de auxiliar contable-administrativo. Fuente. Elaboración propia. ....	163
Tabla 58 Perfil de gerente general comercial. Fuente: Elaboración propia. ....	164
Tabla 59 Costos aproximados de constitución de la empresa. Fuente: Elaboración propia .....	165
Tabla 60 Detalle de la inversión total de la empresa de consultoria. Fuente: Elaboración propia .....	167
Tabla 61 Depreciación de maquinarias, muebles y equipos informáticos de la empresa. Fuente: Elaboración propia .....	168
Tabla 62 Presupuesto de venta de la consultora. Fuente: Elaboración propia.....	168
Tabla 63 Costos variables del servicio de escalamiento comercial de la consultora. Fuente: Elaboración propia. ....	169
Tabla 64 Costos variables del servicio de acompañamiento en escalamiento comercial. Fuente: Elaboración propia. ....	169
Tabla 65 Síntesis de los costos variables de la empresa. Fuente: Elaboración propia.....	170
Tabla 66 Costos fijos de la consultora. Fuente: Elaboración propia.....	170
Tabla 67 Costo de personal de la empresa. Fuente: Elaboración propia. ....	171
Tabla 68 Estado de resultados de la empresa. Fuente: Elaboración propia. ....	171
Tabla 69 Indicadores de viabilidad del negocio (Bóveda, Oviedo, & Yakusik, Guía práctica para la elaboración de un plan de negocio, 2015).....	172
Tabla 70 Flujo de caja de la consultora. Fuente: Elaboración propia. ....	173
Tabla 71 Cálculo de VAN y TIR para la empresa consultora. Fuente: Elaboración propia.....	173



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Resumen de reseña histórica de Comodoro Rivadavia (Usach & Freddo, 2015) .....	22
Figura 2 Resumen histórico de la gestión del agua en Argentina (Tagliavini, 2016).....	24
Figura 3 Cartel de “No Bañarse” en la playa de Km 3 de Comodoro Rivadavia, Chubut .....	36
Figura 4 Captura de video de presencia de algas en la canaleta de desarenador de la planta de tratamiento de aguas de la SCPL (Acueducto Lago Musters SCPL - Video de YouTube, 2014)	37
Figura 5 Extracción del agua desde Sarmiento hasta Comodoro Rivadavia .....	39
Figura 6 Parámetros y frecuencias de control de la SCPL (Sociedad Cooperativa Popular Limitada de Comodoro Rivadavia, s.f.) .....	40
Figura 7 Fuentes de provisión alternativas de agua para Comodoro Rivadavia.....	41
Figura 8: Niveles de disponibilidad comercial de tecnologías fotocatalíticas con luz solar (Marotta, 2015). .....	59
Figura 9 Consumo promedio proyectado de agua potable residencial (Consejo Federal de Inversiones, 2015).....	79
Figura 10 Comodoro Rivadavia: Desagües cloacales en la playa de Km 3 (Derlich, 2015).....	84
Figura 11 Respuestas de la primera pregunta de la encuesta de sondeo de mercado .....	87
Figura 12 Respuestas de la segunda pregunta de la encuesta de sondeo de mercado.....	88
Figura 13 Respuestas de tercera pregunta de encuesta de sondeo de mercado.....	88
Figura 14 Respuestas a cuarta pregunta de la encuesta de sondeo de mercado.....	89
Figura 15 Respuestas de quinta pregunta de la encuesta de sondeo de mercado.....	90
Figura 16 Respuestas de la sexta pregunta de la encuesta de sondeo de mercado .....	90
Figura 17 Respuestas de séptima pregunta de la encuesta de sondeo de mercado .....	91
Figura 18 Respuestas de la octava pregunta de la encuesta de sondeo de mercado .....	91
Figura 19 Respuestas de la novena pregunta de encuesta de sondeo de mercado .....	92
Figura 20 Respuestas a décima pregunta de encuesta de sondeo de mercado .....	92
Figura 21 El sistema de innovación en las tecnologías emergentes. Tomado de (Tapia, 2011). 101	
Figura 22 Características de los jugadores en un análisis estratégico comercial. Tomado de (Tapia, 2011) .....	103
Figura 23 ¿Cómo afectan las tecnologías emergentes (T.E.) a la demanda? Tomado de (Tapia, 2011) .....	103
Figura 24 Esquema de financiación de tecnologías emergentes. Tomado de (Tapia, 2011).....	104
Figura 25 Diez pasos para un exitoso plan de negocios de Stutely (Barrientos, 2003).....	107

Figura 26 Elementos imprescindibles para una nueva empresa ( (Barrientos, 2003) citando a (Ollé & otros, 1998)).....	108
Figura 27 Plan de negocios de Pérez-Sandi ( (Barrientos, 2003) citando a (Pérez-Sandi, 2002)) .....	109
Figura 28 Plan de negocios de Watson & Wise ( (Barrientos, 2003) citando a (Watson & Wise, 1997)).....	110
Figura 29 Plan de negocios de elaboración propia .....	111
Figura 30 Representación conceptual del modelo de negocio tipo canvas (lienzo) (Keane, Cormican, & Sheahan, 2018) citando a (Osterwalder, The Business Model Ontology–A Proposition in A Design Science Approach. , 2004) .....	112
Figura 31 Origen del modelo de negocio “Zen Canvas”. Extraído de (Cho, Business Model Zen, the modeling of business model with balanced integrity, customer focus and strategic thinking, 2016) .....	117
Figura 32 Esquema general del modelo de negocios tipo “Zen Canvas”. Extraído de (Cho, Business Model Zen, the modeling of business model with balanced integrity, customer focus and strategic thinking, 2016).....	119
Figura 33 Modelo de negocios tipo “Zen Canvas”. Extraído de (Cho, Business Model Zen, the modeling of business model with balanced integrity, customer focus and strategic thinking, 2016) .....	121
Figura 34 Distribución de la planta de la empresa consultora Ing. J. Leguizamón. Fuente: Elaboración propia. ....	156
Figura 35 Estructura organizativa de la empresa de consultoría Ing. J. Leguizamón. Fuente: Elaboración propia. ....	158

## LISTA DE ABREVIACIONES

ETAP	Estación de tratamiento de agua potable
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry
MCR	Municipalidad de Comodoro Rivadavia
PTAR	Planta de tratamiento de aguas residuales
RWL Water	RWL Water (empresa de tratamiento de aguas)
SCPL	Sociedad Cooperativa de Comodoro Rivadavia
SITOS	Sindicato de trabajadores de obras sanitarias región sur
TiO <sub>2</sub>	Dióxido de titanio
UV	Ultravioleta
ZrO <sub>2</sub>	Óxido de zirconio
TaON	Tantalum (oxy)nitride
WO <sub>3</sub>	Óxido de Wolframio
SrTiO <sub>3</sub>	Titanato de estroncio
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Óxido de hierro III
KTaO <sub>3</sub>	Trióxido potásico de tántalo
CdS	Sulfuro de cadmio
ZnS	Sulfuro de Zinc
Si	Silicio
CdSe	Sulfuro de cadmio
SiC	Carburo de silicio
MoS <sub>2</sub>	Disulfuro de molibdeno



## RESUMEN

El presente trabajo se encuentra dividido en dos partes: La primera parte consiste en una investigación de la problemática del agua en Comodoro Rivadavia y las posibilidades de implementar en dicha ciudad la tecnología avanzada de oxidación denominada Fotocatálisis Heterogénea con dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>). La segunda parte es el desarrollo de un plan de negocio de una empresa consultora de tratamientos fotocatalíticos enfocado en el sector farmacéutico:

**Primera parte:** Se hizo una investigación comercial del uso de los tratamientos fotocatalíticos en Comodoro Rivadavia. Se detectaron aplicaciones potenciales en el tratamiento del lago Musters, en la sustitución o combinación de la fotocatalisis heterogénea con TiO<sub>2</sub> y el sistema de cloración existente, y en el tratamiento de aguas residuales para ser reutilizadas como agua de riego en proyectos agrícolas. No se encontraron ni proveedores ni proyectos de investigación que sugieran el conocimiento de dicha tecnología. Los usuarios entrevistados manifestaron desconocer qué es y para qué sirve la fotocatalisis heterogénea aplicada a desinfección de aguas. La oferta y demanda de agua de la ciudad superan a la capacidad actual de transformación de contaminantes de la fotocatalisis heterogénea con TiO<sub>2</sub>; por lo cual se recomienda iniciar proyectos de investigación que validen realmente las posibilidades de uso en los escenarios mencionados. Los clientes potenciales que podrían interesarse por éste tratamiento son la Sociedad Cooperativa de Comodoro Rivadavia (SCPL) y la Municipalidad de Comodoro Rivadavia (MCR); de quienes se intuye preferirían alternativas de tratamientos conocidas y económicas. No obstante, mediante encuestas se determinó que están dispuestos a conocer con mayor detalle dicha tecnología sabiendo que podría ser efectivo en la desinfección de aguas. Se propone que el instrumento mediante el cual podría darse a conocer éstos procesos innovadores sea una empresa consultora especializada en tratamientos fotocatalíticos para apoyar en la inserción de ésta tecnología emergente en procesos reales industriales como estrategia para reducir la brecha entre la investigación y la manufactura en general; con una planificación que contemple un costeo riguroso del proceso de escalamiento industrial y con el desarrollo de un manual de transferencia de tecnología adecuado.

**Segunda parte:** Se desarrolló un plan de negocios para la creación de una empresa consultora de procesos fotocatalíticos. Para comenzar, se transformó la idea de negocio en un modelo de negocio mediante método de canvas “Zen Canvas” de Cho, que es una variación del canvas de Osterwalder y Pigneur. Se determinó que la oportunidad de negocio se encuentra en la

realización de investigaciones que hagan un costeo y desarrollen manuales de transferencia de tecnología de los procesos fotocatalíticos para facilitar la transición del laboratorio a la industria. El nicho de mercado elegido fue la eliminación de diclofenac e ibuprofeno en las aguas residuales del sector farmacéutico. La consultora es financiada con recursos propios y recursos de terceros (principalmente subsidios e inversiones “ángeles”). Se encontró que el VPN es de ARS 204.655.567 y un TIR de 221.07%.

Palabras clave: Comodoro Rivadavia, Fotocatálisis heterogénea, TiO<sub>2</sub>, dióxido de titanio, canvas, Zen Canvas, lago Musters, agua potable, aguas residuales, tecnología emergente, escalamiento comercial, manuales de transferencia, costeo de tratamientos fotocatalíticos, modelo de negocios, consultoría, procesos avanzados de oxidación.

## ABSTRACT

The present work is divided into two parts: The first part consists on an investigation of water problems in Comodoro Rivadavia and the possibilities of the implementation of an advanced oxidation process (AOP) called heterogeneous photocatalysis with titanium dioxide (TiO<sub>2</sub>). The second part of this work is a business plan of a consulting agency specialized on photocatalytic water treatments.

**First part:** A commercial investigation of the use of photocatalytic water treatments in Comodoro Rivadavia was made. Potential applications were detected in the water treatment of the Musters lake (Lago Musters), in the substitution or combination of heterogenous photocatalysis with TiO<sub>2</sub> and the existing chlorination system; and in the wastewater treatment for reuse as irrigation water in agricultural projects. No suppliers or research projects were found to suggest population or experts knowledge of such technology. The interviewed users said they did not know what the heterogeneous photocatalysis applied to water disinfection is for. The city's water supply and demand exceed the current contaminant capacity of heterogeneous photocatalysis with TiO<sub>2</sub>; therefore, it is recommended to start research projects that really validate the possibilities of use in the aforementioned scenarios. The potential clients who might be interested in this treatment are the Sociedad Cooperativa de Comodoro Rivadavia (SCPL) and the Municipalidad de Comodoro Rivadavia (MCR); whose it is possible to assure that they would prefer known and economical treatments. However, through surveys it was determined that they are willing to know in greater detail this technology knowing that it could be effective in water disinfection. It is proposed that the instrument through which these innovative processes could be diffused on the industry is a consulting company specialized in photocatalytic treatments to support the insertion of this emerging technology in real industry processes as a strategy to reduce the gap between research and real applications; with a previous planning that includes a rigorous costing of the industrial scaling process and with the development of an appropriate technology transfer manual.

**Second part:** A business plan was developed for the creation of a photocatalytic process consulting company. To begin with, the business idea was transformed into a business model using Cho's "Zen Canvas" method, which is a variation of the Osterwalder and Pigneur Canvas. It was determined that the business opportunity exists in the creation of cost determination of photocatalytic water treatment projects and the development of technology transfer manuals to facilitate the transition from the laboratory to the industry. The market niche chosen was the elimination of diclofenac and ibuprofen in the wastewater of the pharmaceutical sector. The

consulting enterprise is financed with own resources and third party resources (mainly subsidies and “angel” investments). It was found that the VPN equals to ARS 204,655,567 and the IRR equals to 221.07%.

Key words: Comodoro Rivadavia, Heterogeneous photocatalysis, TiO<sub>2</sub>, titanium dioxide, TiO<sub>2</sub>, canvas, Zen Canvas, lake Musters, drinking water, wastewater, emerging technology, commercial scaling, technology transfer manuals, costing of photocatalytic treatments, business model, advanced oxidation process.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCION

### 1.1 Descripción del problema

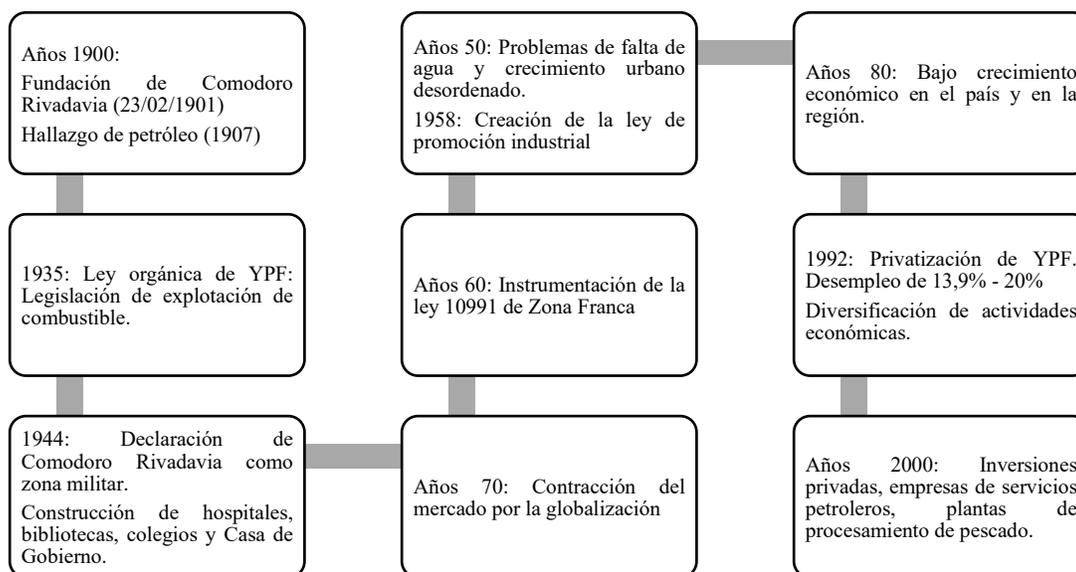
En abril de 2016 se detectaron rastros de la bacteria E. Coli en el agua de la red de distribución en los barrios de Ciudadela y Próspero Palazzo de la ciudad de Comodoro Rivadavia, Chubut. Esto ocasionó la suspensión del suministro del líquido por parte de la Sociedad Cooperativa de Comodoro Rivadavia (SCPL) para evitar su consumo. La SCPL advirtió la presencia de altos valores de contaminación y casos graves de toxicidad en el agua de las redes de distribución. La cooperativa no detalló las acciones a tomar ni emitió un informe técnico que justifique el incidente que consideraron ser algo fuera de lo normal (Jornada, 2016). Una hipótesis por parte de la subsecretaría de salud fue que se trató de un sabotaje en las redes porque los controles bacteriológicos se hacen periódicamente sobre todo en los espacios donde se tiene que garantizar la salubridad del agua (El Patagónico, 2016).

La situación descrita despertó el interés en investigar el problema del suministro de agua potable en la ciudad Patagónica. Al consultar con vecinos de la ciudad, leer diarios locales y por observación in situ se identificó que la relación de los ciudadanos con el agua ha sido desde siempre bastante inestable y poco satisfactoria. Los habitantes reconocen la existencia problemática de extracción y abastecimiento insuficiente, pasivos ambientales generados por las aguas cloacales arrojadas al mar y la desconfianza generalizada de la buena calidad del líquido para consumo humano. Se profundizó en el aspecto de la desconfianza en la calidad del agua para determinar sus causas y se encontró que en primera instancia la obtención de resultados de análisis de aguas emitidos por parte de las autoridades competentes es casi imposible y que existen denuncias de contaminación dentro de la planta de tratamiento de aguas (Youtube, 2014). Por otra parte, la tesista tiene conocimientos sobre la existencia de un proceso de desinfección de aguas llamada fotocátalisis heterogénea con dióxido de titanio. La fotocátalisis heterogénea es una técnica avanzada de purificación de aguas que ha demostrado ser una posibilidad sostenible de bajo costo para la eliminación de contaminantes orgánicos y metales pesados en el aire y en el agua (Ibhadon & Fitzpatrick, 2013). De lo anterior, surge la inquietud de explorar el potencial de aplicación comercial de la tecnología dentro del escenario de la potabilización del agua en Comodoro Rivadavia.

En ese sentido, para abordar la descripción de la problemática propuesta se realizará una (i) aproximación al contexto en el que se desarrolla el problema; (ii) la caracterización del servicio público de agua y saneamiento en la República Argentina, (iii) la descripción del proceso de gestión del servicio público de agua en Comodoro Rivadavia, (iv) la determinación de los riesgos para la salud provenientes de la falta de potabilidad del agua, y un (v) reconocimiento de las alternativas existentes en cuanto a desinfección de aguas. Finalmente, se va a plantear la alternativa de desinfección del líquido a través de métodos fotocatalíticos y la importancia de revisar su viabilidad comercial en la ciudad patagónica.

### 1.1.1. Reseña histórica de Comodoro Rivadavia

Comodoro Rivadavia es una ciudad ubicada en la provincia del Chubut, en el centro este de la Patagonia Argentina. Fue fundada el 23 de febrero de 1901 y su nombre fue elegido en homenaje al marino Comodoro Martin Rivadavia. El motivo de su creación fue la construcción de una salida marítima para transportar la producción agrícola-ganadera desde Colonia Sarmiento, a 100 Km de la locación (Díaz, 2010). En 1907 se halló petróleo en la zona, ocasionando un giro a su enfoque de actividad económica (Usach & Freddo, 2015).

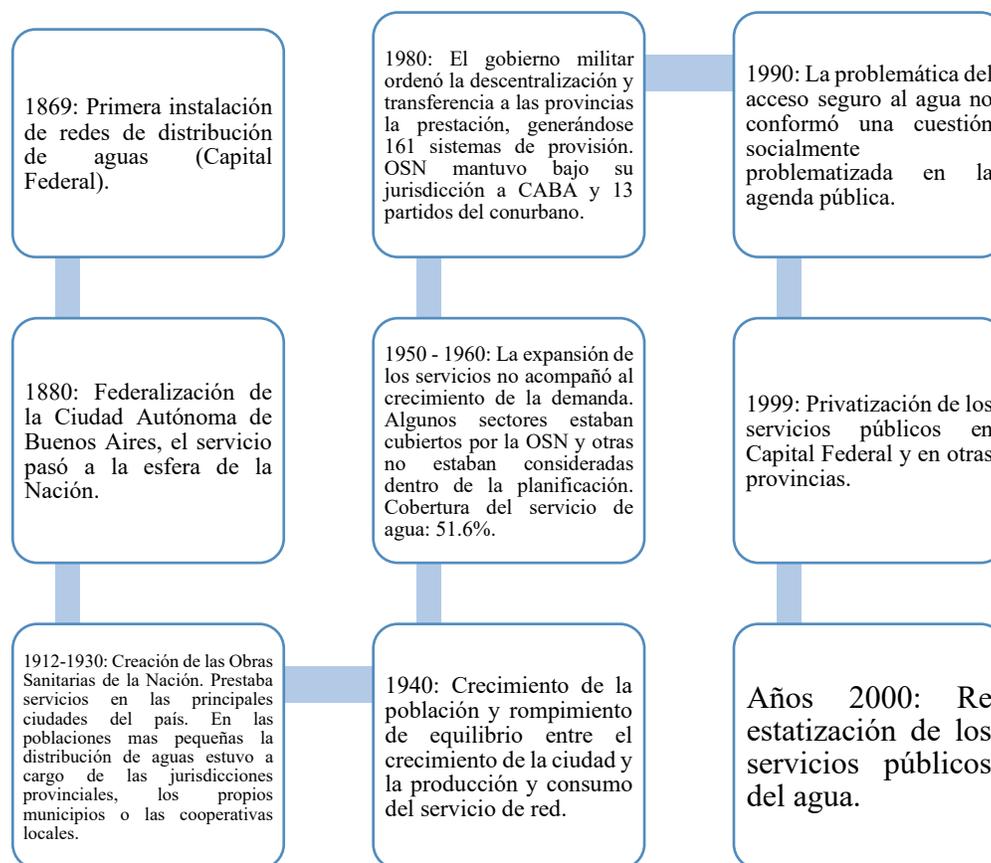


**Figura 1 Resumen de reseña histórica de Comodoro Rivadavia (Usach & Freddo, 2015)**

Desde el nacimiento de esta población, puede observarse que su fuerza motriz económico-productiva ha sido desde siempre la explotación y producción de recursos naturales y agrícolas. Debido a las inmensas posibilidades de trabajo, muchas personas migraron a la pequeña ciudad patagónica para buscar un mejor porvenir. En consecuencia, tuvo un crecimiento no planificado y desordenado impulsado principalmente por la intensificación de la explotación petrolera y por no existir una reglamentación clara para el acceso a los territorios urbanos (Vázquez, 2015). Los registros indican que en 1904 Comodoro Rivadavia tenía 500 habitantes y 154 viviendas (Díaz, 2010), y para el año 2010 su población era de 177038 personas y 53792 hogares (Usach & Freddo, 2015).

Por ser un lugar estratégico para el país, se sancionó la “Ley Orgánica de YPF” que en 1935 regulaba la explotación de combustible. En 1944 la ciudad fue declarada zona militar y se hicieron construcciones de zonas francas, hospitales, bibliotecas, colegios y la Casa de Gobierno (Díaz, 2010). Posteriormente, Comodoro Rivadavia atravesaría un declive económico y comercial a causa de la contracción de los mercados, que se extendería desde la década de los 70 hasta los años 90 y que traería consigo la diversificación de la actividad productiva mediante la construcción de parques eólicos, inversiones privadas, empresas de servicios petroleros y plantas de procesamiento de pescado, convirtiéndose en el segundo motor económico de la ciudad (Díaz, 2010).

## 1.1.2. Caracterización del servicio público de agua y saneamiento en la República Argentina



**Figura 2** Resumen histórico de la gestión del agua en Argentina (Tagliavini, 2016)

En 1869, Argentina se convirtió en uno de los países pioneros en el uso de redes de suministro de aguas en Latinoamérica al instalar su primera red de distribución en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Inicialmente fue un servicio manejado directamente por la nación. Durante el periodo 1912-1930 fue creado el ente “Obras Sanitarias de La Nación” (OSN), quien prestaba servicios en las principales ciudades del país. Para el caso de las poblaciones más pequeñas, se hacían cargo las jurisdicciones provinciales, las municipalidades o las cooperativas locales (Cáceres, La provisión del agua en Argentina. Balance y desafíos a 20 años de las privatizaciones de las empresas del sector., 2012).

Sin embargo, ya para el año 1940 las redes colapsaron gradualmente por la demanda superior de agua a aquella para la que fueron construidas a causa de la centralización de actividades económicas del país en La Ciudad Autónoma de Buenos Aires. En el periodo de 1950-1960 se expandió el alcance del servicio sin efectuar una planificación acorde al verdadero crecimiento de la demanda. En el año 1980, el gobierno militar descentralizó y transfirió el servicio de prestación de agua a cada provincia; y para el caso de Buenos Aires la OSN mantuvo su jurisdicción en la Capital Federal y 13 partidos del conurbano. En Agosto de 1989 se sentenció la Ley de Emergencia Administrativa N° 23696 que privatizó parcial o totalmente las empresas dependientes del estado, donde las prestadoras de servicios públicos, especialmente las de agua, tuvieron consecuencias negativas por problemas presupuestarios (Cáceres, La provisión del agua en Argentina. Balance y desafíos a 20 años de las privatizaciones de las empresas del sector., 2012).

Durante la década de los 90 se observaron las tendencias privatizadoras de las entidades públicas estatales a nivel nacional. Para el caso de la OSN, en mayo de 1993 se transfirió el servicio mediante la concesión integral al consorcio Aguas Argentinas S.A. (AASA) compuesto por el grupo francés Lyonnaise des Eaux-Dumez y el grupo local Soldati (Tagliavini, 2016). Posteriormente, en algunas provincias del país se copió esta misma práctica, haciendo que el 56,6% de la población habitara en lugares atendidos por empresas privadas y el 12% residiera en zonas donde intervenían las empresas públicas (Azpiazu, Forcinito, & Schorr, 2001). Las provincias que continuaron el modelo descentralizado fueron: San Juan, Rio Negro, Neuquén, Santa Cruz y Tierra del Fuego. Las Provincias que conservaron el modelo de Cooperativas municipales de servicios fueron Chubut y La Pampa (Tagliavini, 2016).

Las características del modelo privado de gestión del agua son las siguientes: Las firmas publicas fueron vendidas a otros sectores pero la propiedad de los bienes de las compañías de aguas no fueron transferidos y más bien fueron dados en concesión por un periodo fijo de aproximadamente 30 años. Las compañías privadas fueron en la mayoría de los casos consorcios internacionales entre inversionistas argentinos y firmas internacionales especializadas en agua con una participación variable entre el 2% y 90% de la sociedad. El

modelo económico estaba basado en la recuperación total de los costos de operación, mantenimiento y extensión de los servicios mediante los pagos de los usuarios de las facturas de agua durante la vigencia de la concesión. Todas estas concesiones estaban controladas mediante marcos regulatorios específicos y entes reguladores independientes que diferían en diversos aspectos judiciales según la provincia donde estuviera implementado (De Gouvello, Lentini, & Brenner, 2012).

La crisis económica del 2001 condujo a la promulgación de la Ley de Emergencia Pública y Reforma del Régimen Cambiario (Ley N° 25561) donde se ratificó el fin de la convertibilidad y la pesificación de tarifas, desestimando las cláusulas de ajuste en moneda extranjera o aquellas basadas en índices de precios de otros países. Por ello se creó en el año 2003 la unidad de Renegociación y Análisis de Contratos y Obras y Servicios Públicos (UNIREN), donde se congelaron los precios de las tarifas correspondientes a los servicios básicos; esto con el objetivo de renegociar los contratos con las entidades extranjeras que participaban de las concesiones en los servicios públicos. Debido a las dificultades presentadas durante las negociaciones y por la decisión de las empresas francesas de retirarse de las concesiones, se rescindió el contrato de la concesión de Capital Federal mediante el decreto N° 306/06 para dar lugar a la creación de Agua y Saneamientos Argentinos S.A. (AySA), una empresa nueva de origen estatal donde el 90% de sus acciones pertenecen a acciones del Estado Nacional y el 10% restante pertenece a los trabajadores (Tagliavini, 2016). Las principales consecuencias de la salida anticipada de los operadores internacionales son, entre otras, la poca confiabilidad y escasez de la información disponible sobre los servicios, la inexistencia de organismos reguladores y de control que ejerzan funciones de manera adecuada, generaciones de demandas de alto costo financiero y aumento de riesgos de inversión (Núñez & Martínez, 2015). Es importante destacar que la suma de los efectos de los cambios en el contexto macroeconómico, incremento de la pobreza, inestabilidad política, influencia mediática, falta de experiencia previa en los procesos de licitación y debilidad de los entes reguladores hicieron también que en el 2001 el modelo privatizador se derrumbara (De Gouvello, Lentini, & Brenner, 2012). Para el año 2016, las empresas re-estatizadas en la Argentina fueron Aguas Bonaerenses S.A., Aguas de Formosa S.A., Sociedad Aguas del Tucumán, Aguas y Saneamientos S.A., Aguas Santafesinas S.A.,

Aguas de Catamarca, Compañía Salteña de Agua y Saneamiento S.A., Agua y Saneamiento Mendoza S.A., Aguas Riojanas y Agua Potable y Saneamiento de Jujuy. Hoy en día menos del 10% de la población es abastecida por una empresa privatizada (Tagliavini, 2016).

Puede observarse que los cambios de gestores del servicio público del agua fueron consecuencia de acciones improvisadas y reactivas a las crisis políticas que acontecían en su momento. También es de notar que la imposibilidad de pagar las deudas a las concesionarias internacionales desestimuló la permanencia de estas empresas en el país. Por otra parte, el conocimiento técnico que los funcionarios tenían no fue transmitido adecuadamente a funcionarios nacionales, ralentizando el buen funcionamiento de las redes de acueducto. El nuevo modelo público apunta a la expansión del servicio mediante inversiones en infraestructura; pero aún presenta vacíos en el marco regulatorio, conflictos en el establecimiento de las tarifas, dificultades en la sustentabilidad económica de las empresas y en su obligación de garantizar el derecho humano al agua y al saneamiento (Tagliavini, 2016).

Las lecciones aprendidas de los procesos que fracasaron son las siguientes: Fallas en el proceso de incorporación del operador del servicio público de agua, malas prácticas en el diseño de los contratos (elevadas alzas de tarifas iniciales, altos cargos para las nuevas conexiones, errónea asignación del riesgo cambiario, entre otros), carencia de mecanismos adecuados para la regulación de contratos diseñados con escasa información, escaso apoyo a los procesos y políticas cambiantes de acuerdo al gobierno de turno, cambios radicales de políticas empresarias en periodos breves, escaso compromiso de permanencia en el largo plazo, expectativas de rentabilidad en el corto plazo e incapacidad de gestión en algunos operadores; entre otros (Núñez & Martínez, 2015).

Otras consecuencias adicionales de una mala gestión del servicio público del agua por parte de los entes responsables son la desigualdad del acceso al agua para la población, los conflictos entre los usuarios y los organismos por los cortes de agua, la permanente racionalización del recurso hídrico y tarifas no equitativas para los usuarios al pagar por un servicio que no funciona correctamente. Dado que el marco regulatorio de potabilización de agua es flexible en cuanto a los límites permitidos de contaminantes (por ejemplo Nitratos),

las entidades hídricas consideran que invertir para mejorar la eficiencia de las plantas potabilizadoras de agua no siempre es necesaria (Cáceres, Reflexiones sobre el rol del estado en la provision del agua potable en la provincia de Buenos Aires, 2010).

(iii) descripción del proceso de gestión del servicio público de agua de Comodoro Rivadavia:

De Gouvello (1999) hace una reseña histórica que muestra el nacimiento y transformación del dispositivo institucional de provisión de agua que hoy en día involucra al Estado, la gobernación de la provincia del Chubut, la Municipalidad de Comodoro Rivadavia y la Sociedad Cooperativa Popular Limitada:

En la fundación de Comodoro Rivadavia, cuya intención inicial era buscar agua para la población de la Colonia Sarmiento; se le pidió al Estado Nacional enviar máquinas de perforación inicialmente en 1903. En ese entonces no se obtuvieron resultados por lo que en 1906 se realizó un segundo intento de encontrar el líquido. Es en esta época donde se encuentran yacimientos de petróleo en la zona, y en consecuencia el Estado se concentró únicamente en su explotación; dejando a las autoridades locales como únicos responsables en la tarea de la consecución de agua potable. En 1908, los actores federales fundaron la Dirección general de la explotación petrolífera de Comodoro Rivadavia (DGEPCR) para planear y ejecutar las concesiones acordadas en la explotación de diferentes pozos petroleros. En 1913 se construye un acueducto en Manantiales Behr (ubicado a 30 km de Comodoro Rivadavia) para llevar agua a las localidades de La Begonia y Escalante. La Dirección de explotación petrolífera se hizo cargo de las instalaciones de producción y de encaminamiento del agua, pero el servicio de distribución del líquido es responsabilidad del municipio; es decir que desde la creación del primer acueducto no hubo un único ente que hiciera todas las funciones administrativas. En el año 1922 se transforma la DGEPCR en Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF), teniendo como responsabilidad la explotación de petróleo y heredando las instalaciones y transporte de agua. El actor municipal continuaba con su responsabilidad de distribución del agua a la población. YPF desarrolla el barrio General Mosconi para ocuparse de la construcción de casas, gimnasio, escuela, iglesia y la provisión

de servicios públicos (entre ellos el agua y alcantarillado); esto para el disfrute de sus empleados (De Gouvello B. , 1999).

En Julio de 1949, la municipalidad de Comodoro Rivadavia se adhiere al régimen federal y Obras Sanitarias de la Nación (OSN) toma a cargo los servicios de agua y saneamiento de la ciudad. La OSN (el Estado) le compra a YPF (empresa petrolífera y productora de agua) el líquido en “bloques”. La separación institucional se evidencia en la gestión del recurso por un lado y la gestión de servicios por el otro. Administrativamente, la alimentación de agua de Comodoro Rivadavia es realizado por dos actores distintos que no pertenecen a la esfera de La Nación Argentina, que no involucran a los niveles locales (régimen federal) y en el que tampoco está el nivel provincial porque la provincia del Chubut se constituye recién en 1957 (De Gouvello B. , 1999).

Debido a que la cantidad de agua producida en Manantiales Behr no alcanzaba para la creciente población de Comodoro Rivadavia, el servicio de provisión no se podía prestar durante todo el día. Por esa razón, la OSN tuvo que intervenir como ente productor de agua construyendo un acueducto de 32 km en la localidad de El Trébol; incrementando la capacidad de suministro de agua. Dado que seguía siendo insuficiente el agua extraída de Manantiales Behr y El Trébol, se buscó una solución definitiva a la extracción y distribución de agua. Luego de descartar la propuesta de la perforación de 39 pozos de agua, se llegó al proyecto del acueducto Lago Musters – Comodoro Rivadavia.

A partir del año 1958, la Provincia del Chubut inicia gestiones ante las autoridades nacionales mediante la petición de apoyo logístico y económico para dar una solución radical al problema del agua. De estos esfuerzos nace el decreto 11550/1960 donde los recursos financieros vendrían de la Nación y la Provincia en partes iguales y se autoriza a la OSN a firmar un acuerdo con la provincia para hacer un proyecto de refuerzo de aprovisionamiento de agua bajo la denominación de “sistema Rio Senguerr” que se transformaría en el Acueducto Lago Musters – Comodoro Rivadavia. El consorcio Vianini SPA – Supercemento SAIC fue adjudicatario de la obra que fue iniciada en 1962 y en 1964 se licita la construcción de la usina de potabilización de agua. Las instalaciones terminadas con capacidad de 60000

m<sup>3</sup>/día (suministro de agua potable para 110000 habitantes) son inauguradas el 15 de mayo de 1966 (De Gouvello B. , 1999).

En 1968 la provincia del Chubut crea el Servicio Provincial de Agua Potable (SPAP) para involucrarse en el dominio del agua y ser punto de conexión con el Servicio Nacional de Agua Potable (SNAP) en el marco del Plan Nacional de Agua Potable; siendo el inicio de la intervención de la provincia en el manejo del agua. De igual forma, se encargó de identificar las localidades provinciales que pudieran integrar el Plan Nacional de Agua Potable y de llevar a cabo el proyecto hasta la entrega final de las instalaciones del acueducto a un ente competente que pudiera garantizar la gestión del servicio. La población balnearia de Rada Tilly, a 40 Km de Comodoro Rivadavia, se sumó a dicho plan y creó la Cooperativa de Agua y Otros Servicios Públicos (COOAGUA). Al no contar con recursos hídricos propios tuvo que conectarse a la red de distribución (perteneciente a la provincia) al acueducto Lago Musters – Comodoro Rivadavia (perteneciente a la OSN). En este nuevo escenario, se tienen cuatro actores directos involucrados en la gestión del agua de Comodoro Rivadavia: YPF, OSN, SNAP y COOAGUA. Un actor adicional e indirecto es Diadema Argentina, un barrio petrolero perteneciente a la compañía petrolera Shell que compra agua en bloques a la entidad prestataria (De Gouvello B. , 1999).

El 1 de marzo de 1981 la OSN se retira oficialmente de la provincia del Chubut debido a que el Estado Federal no quería continuar responsabilizándose de las pérdidas económicas ocasionadas por el modelo de gestión de agua de la OSN. La descentralización consistió en la transferencia gratuita y obligatoria de la responsabilidad y propiedad de los servicios a las autoridades provinciales correspondientes. Sin embargo, la Provincia del Chubut tampoco quiso hacerse cargo de la administración de los servicios públicos por considerarlo costoso, poco rentable y por no tener el conocimiento técnico necesario para administrarlo. Es por ello que la Municipalidad de Comodoro Rivadavia heredó la gestión de servicio de agua y saneamiento de la ciudad de Comodoro Rivadavia únicamente. Provisionalmente y durante un año, se hizo un acuerdo entre la OSN y la Provincia de Chubut de prolongar la explotación del acueducto Lago Musters-Comodoro Rivadavia. Las autoridades provinciales encontraron que la Sociedad Cooperativa Publica Limitada, entidad encargada de distribuir el servicio

eléctrico durante más de 50 años, era una organización que podría asumir la responsabilidad de administrar el servicio de distribución de agua y acueducto. La cooperativa para aceptar la petición de la provincia y garantizar un circuito financiero integral solicitó no solamente operar el acueducto (captación, potabilización, transporte y reserva), sino también distribuir al consumidor final el líquido (agua y saneamiento). La Municipalidad de Comodoro Rivadavia cedió y transfirió como aporte accionario a la cooperativa todos los bienes que afecten el servicio de agua y alcantarillado. Dichos bienes consisten en los canales de distribución (redes primarias y secundarias), colectores, conexiones a domicilio, estaciones de bombeo, vehículos, máquinas, inmuebles y bienes de uso general que afectaran el servicio. La SCPL ejecuta todas las obras de infraestructura necesarias para la prestación del servicio de distribución de agua potable y garantizar la renovación y mantenimiento de las obras existentes, fija el régimen tarifario de la prestación del servicio y puede utilizar el subsuelo de la vía pública para instalar las redes de agua y alcantarillado, y la reconstrucción ocasionada por la ruptura de andenes y calles corre por cuenta de la Cooperativa (De Gouvello B. , 1999).

El 30 de Junio de 1982 la SCPL firmó dos acuerdos de gestiones compartidas entre tres actores: un acuerdo de concesión con la provincia del Chubut de 5 años del acueducto Lago Musters – Comodoro Rivadavia y un acuerdo de concesión con la Municipalidad de Comodoro Rivadavia de 40 años y de transferencia de propiedad de las instalaciones necesarias para el funcionamiento de los servicios de la ciudad con la Municipalidad de Comodoro Rivadavia. Es así como la SCPL se convierte en el corazón del dispositivo institucional al existir una gestión compartida del acueducto y en la gestión de servicios de agua y saneamiento (De Gouvello B. , 1999).

En febrero de 1995 después de muchas dificultades administrativas y pujas, fue preadjudicada la obra del nuevo acueducto al consorcio Dragados y Construcciones S.A. (DYCASA). En las dificultades y demoras generadas en el proceso licitatorio se evidenció la naturaleza esencialmente política del proceso de decisión que permitiera la finalización de un proyecto de tal envergadura (De Gouvello B. , 1999). En los años posteriores a la entrega de esta obra se observó que presentaba los mismos problemas del acueducto viejo, es decir,

rupturas periódicas de caños, cortes regulares de agua y los problemas recurrentes a los que la ciudad está acostumbrada.

Para el caso de Comodoro Rivadavia y las demás poblaciones del Chubut las cooperativas de servicios públicos fueron la mejor alternativa en la gestión del agua porque gracias a su experiencia en el sector eléctrico ganaron una imagen de credibilidad ante la sociedad y por otra parte el desvanecimiento de los poderes provinciales y municipales en cuanto al “savoir-faire” en materia de gestión de servicios urbanos les abrió el camino a dichas instituciones para invertir en el sector del agua (De Gouvello B. , 1999).

En su construcción en 1965, el acueducto viejo fue dimensionado para suplir a 110000 habitantes que vivieran en únicamente en Comodoro Rivadavia (De Gouvello B. , 1999). Con la construcción del acueducto nuevo se proyectaba para el año 2025 dotar a Comodoro Rivadavia y zonas de influencia de 150000 m<sup>3</sup>/día (Sociedad Cooperativa Popular Limitada, 1988). En la actualidad y en conjunto con el acueducto nuevo se suministran 110000 m<sup>3</sup> en total: 90000 m<sup>3</sup> para Comodoro Rivadavia, 11000 m<sup>3</sup> para Caleta Olivia, 4000 m<sup>3</sup> para Rada Tilly y aproximadamente 6000 m<sup>3</sup> para la población de Sarmiento (Santana, 2016). Es decir que todavía no se ha alcanzado la capacidad establecida en años anteriores. Por otra parte, las rupturas sucesivas de los caños generan pérdidas importantes de líquido y son consecuencia del uso de conductos viejos que no han sido cambiados porque las organizaciones encargadas de ello argumentan que para hacerlo habría que detener toda actividad de suministro y las consecuencias económicas y sociales son muy altas (Sociedad Cooperativa Popular Limitada, 1988).

Como segunda instancia tenemos que el agua es potabilizada hasta cierto punto de la red de acueducto y al ser transportada a distancias lejanas va perdiendo su pureza; y por ello también es necesaria una planta de reclusión en otro punto de la ciudad para reforzar la calidad de la misma (Mazón, 2010). En el año 2011 el Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENHOSA) convocó a la licitación de la obra de repotenciación del acueducto Lago Musters que consistía en cambios de cañerías viejas y bombas hidráulicas, construcción de planta potabilizadora, mejoramientos integrales en las plantas de bombeos, expansiones

en redes de distribución, construcción de cisternas, y renovación de línea de energía entre Cerro Negro y Sarmiento entre otras. Se publicó la licitación N° 02/11 con un presupuesto inicial de 58 millones de pesos. Fue postergada y relanzada en el año 2013 por un valor de \$ 340.534.267,50 (Ente Nacional de Obras Hidricas de Saneamiento, 2013) y fue prorrogada nuevamente hasta que fue adjudicada a la empresa CPC S.A. En el año 2015, el entonces gobernador Martin Buzzi fue a inspeccionar la obra de repotenciación en compañía de los intendentes de Rada Tilly y Caleta Olivia, del viceintendente Carlos Linares y de los representantes de la empresa adjudicataria. Se aseguró que esta obra incrementaría el 40% de volumen de agua requerido por toda la población (Diario Crónica, 2015). En marzo de 2017, se anunció que la obra se encontraba en el 70% de ejecución, que permitiría que Comodoro Rivadavia, Rada Tilly y Caleta Olivia recibirían una mayor cantidad de agua en el verano y que la misma quedaría finalizada en Julio de 2017 (El Patagónico, 2017). De acuerdo a un reportaje realizado el 23 de abril de 2019, la obra aún no había sido terminada (CONSTRUAR, 2019)

Las obras del acueducto realizadas en 1999 y las que están en curso han sido susceptibles de objeciones por parte de la población y han solicitado que sean auditadas. En marzo de 2017 se solicitó una investigación judicial acerca del manejo de fondos de la construcción del nuevo acueducto Lago Musters adjudicadas en diciembre de 1993 a la empresa Dragados y Construcciones S.A. (DYCASA) porque los caños conductores han sufrido rupturas en varias ocasiones y es probable que exista malversación de fondos (Ministerio Publico Fiscal, 2017). Respecto a la obra de repotenciación del acueducto que está en curso, se ha denunciado en un medio periodístico independiente que se escatima en la compra de los productos, no se aplican con rigurosidad los estándares de calidad que las cañerías exigen y hay despidos masivos; estas acciones traen consecuencias perjudiciales para la obra en curso (OPI Santa Cruz, 2014).

#### **1.1.4. Una aproximación al problema de la falta de potabilidad del agua en Comodoro Rivadavia**

El agua es una sustancia fundamental para la vida. Su fórmula química es H<sub>2</sub>O y a pesar de su simplicidad es un líquido tan importante que sin ella sería imposible la vida, la preparación de alimentos, la higiene, el riego y la industria (Carbajal, 2012). La función del agua en los ecosistemas es regular la temperatura de los animales, plantas y seres humanos. Las grandes masas de agua almacenan el calor recibido del sol y es liberado gradualmente; el agua disuelve muchas sustancias y las retiene. Su capacidad de disolver los nutrientes del suelo es fundamental para que las plantas puedan absorberlos de sus raíces y el agua es un importante medio de intercambio de la energía (Estudio FAO - Departamento de Montes 131, 1996).

El agua dulce es un líquido escaso que varía en cantidad a lo largo del año y está sujeta a cambios provocados por la actividad humana. Los usos más importantes están relacionados con la agricultura, el consumo industrial y doméstico (Estudio FAO - Departamento de Montes 131, 1996).

La contaminación del agua puede causar riesgos sanitarios, reducir el bienestar del hombre y de las comunidades acuáticas y perjudicar el mejor uso del agua actual o potencial (Volkheimer, 2004). El agua se contamina cuando existe en ella demasiada materia orgánica o sustancias tóxicas inorgánicas. Al haber sobrecarga de desechos orgánicos en el agua, se disminuye la cantidad de oxígeno en los lagos y las bacterias que descomponen naturalmente los residuos no pueden hacer su trabajo, las plantas y animales pueden morir también. Los desechos orgánicos originados por animales pueden contener parásitos, bacterias y virus que son potenciales transmisores de enfermedades como cólera, diarrea, tifus y hepatitis. Otra forma de contaminar el agua es mediante el desecho de sustancias no orgánicas en ella, producto de las actividades industriales, mineras y de agricultura (Estudio FAO - Departamento de Montes 131, 1996).

Las enfermedades causadas por el agua se clasifican en cuatro grupos (Bradley, 1977):

**Transmitidas por el agua:** son enfermedades causadas realmente por ingerir agua que tiene algún patógeno en ella. Estos incluyen las enfermedades diarreicas causadas por diferentes patógenos: rotavirus, el cólera, Shigella o Cryptosporidium (Johnston, 2014).

**Lavables con agua:** Son causadas por falta de higiene debida a la falta de agua, en vez de la ingestión directa del líquido. La mayoría de las enfermedades transmitidas por agua son también lavadas por agua, porque pueden ser transmitidas a través de las manos y el contacto con otras superficies. Algunos ejemplos de estas enfermedades son el tracoma y las infecciones respiratorias agudas. Las enfermedades lavables con agua pueden ser reducidas incrementando la cantidad de agua que está disponible para mejorar la higiene (Johnston, 2014).

**Basadas en el agua:** Las enfermedades basadas en el agua son las causadas por parásitos que viven parte de su ciclo vital en el agua. Son muy frecuentes en el África. Para enfermedades basadas en agua, los mecanismos de control involucran a los organismos anfitriones acuáticos y la protección de las masas de agua superficiales de la contaminación. (Johnston, 2014).

**Enfermedades relacionadas con el agua:** Son aquellas enfermedades que están relacionadas con el agua o con impurezas dentro del agua. Finalmente, hay enfermedades relacionadas con el agua que son causadas por insectos que se reproducen en el agua, sobre todo los mosquitos. La más importante de ellas es la malaria que afecta a cerca de 250 millones de personas cada año, causando cerca de 589.000 muertes. La gran mayoría de esas se encuentran en el África Subsahariana y afecta niños menores de cinco años (Johnston, 2014).

En el caso particular de Comodoro Rivadavia se presenta una dicotomía entre la contaminación del mar en el Golfo de San Jorge, que puede ser ocasionada por derrames de

petróleo o por depósito de aguas cloacales al cuerpo marino, y la contaminación del agua para uso y consumo humano. La contaminación por petróleo, que involucra todas las operaciones relacionadas con la explotación y transporte del hidrocarburo, se produce por su liberación accidental o intencionada en el ambiente, provocando efectos adversos sobre el hombre o sobre el medio ambiente directa o indirectamente. En el caso puntual de las aguas superficiales el vertido de petróleo u otros desechos ocasionan una disminución del contenido de oxígeno y en el caso de las aguas subterráneas se incrementa la salinidad a causa del agua de producción de petróleo con alto contenido salino (Greco, 2004).

Adicionalmente, las playas de la ciudad no son aptas para baño porque los desechos originados durante la limpieza de la cocina y el baño de los hogares, los residuos industriales y pluviales son vertidos en el mar (UNPSJB/DICYT, 2010) (Greenpeace Argentina, 1988). Esto fue corroborado mediante el uso de especies marinas como indicadores de contaminación en ambientes intermareales rocosos de la zona central del Golfo de San Jorge (Mazón, 2010). De igual forma el autor de dicho estudio resalta que si bien la problemática de la contaminación marina por efluentes locales urbanos, incluyendo aguas cloacales, figura en la agenda del gobierno; su tratamiento ha sido relegado en reiteradas oportunidades por las sucesivas administraciones (UNPSJB/DICYT, 2010).



**Figura 3** Cartel de “No Bañarse” en la playa de Km 3 de Comodoro Rivadavia, Chubut



**Figura 4** Captura de video de presencia de algas en la canaleta de desarenador de la planta de tratamiento de aguas de la SCPL (Acueducto Lago Musters SCPL - Video de YouTube, 2014)

En el aspecto de la contaminación de agua para uso y consumo humano, el Sindicato de Trabajadores de Obras Sanitarias – Región Sur (SITOS) denunció falencias en los procedimientos de saneamiento del acueducto Lago Musters – Comodoro Rivadavia. El sindicato indicó que entre las principales fallas encontradas se observó que el sistema de dosificación de cloro en forma gaseosa no funcionaba adecuadamente; alertó a las autoridades competentes sobre los problemas que podrían ocasionarse al contar con un deficiente proceso de desinfección de agua potable y han advertido desde diciembre de 2015 la necesidad de acondicionar y subsanar las fallas que presenta el proceso de desinfección del sistema del acueducto (El Patagonico, 2016). En octubre de 2016 se propuso un proyecto de declaración para que el poder ejecutivo provincial atienda la necesidad de contar con agua potable y poner a disposición los medios para concretar la misma por existir riesgos de provisión de agua y por las dificultades de potabilización debido al alto contenido de sedimentos y algas por estar el acueducto muy cerca del fondo del lago (El Patagónico, 2016). El periodismo local ha hecho un seguimiento frecuente de los avances y retrocesos de la gestión de los recursos asignados para el agua, las cloacas y el acueducto (SITOS, 2016).

### **1.1.5. Tratamiento de aguas en Comodoro Rivadavia y reconocimiento de las alternativas existentes en cuanto a desinfección de aguas**

Un tratamiento de aguas es la suma de operaciones unitarias fisicoquímicas o microbiológicas seleccionadas de acuerdo al propósito del proceso que puede ser la obtención de agua potable para consumo humano o agua urbana. Los tratamientos de aguas están orientados a la eliminación de sustancias en suspensión, sustancias disueltas, eliminación de la flora microbiana, patógena o no, (caso de la potabilización) así como ajustar algunas propiedades fisicoquímicas no determinantes por sí solas para dar disposición final al agua. De igual forma, en el tratamiento de agua es posible considerar la eliminación de materias en suspensión y coloides usando la coagulación-floculación, flotación y filtración; la eliminación de materias disueltas usando membranas filtrantes, adsorción e intercambio iónico; reacciones puramente químicas; procesos de oxidación y desinfección y tratamientos biológicos (Marín Galvin, 2014).

La aplicación práctica de los procesos básicos mencionados da paso al diseño de una estación de tratamiento de agua potable (ETAP); donde su objetivo es conseguir la producción constante de agua de consumo de la mejor calidad a un coste técnico-económico razonable. Las características fundamentales que deben modificarse de un agua cruda para conseguir su potabilización son color, turbidez, concentraciones originales de hierro, manganeso, amonio, nitritos, materia orgánica y flora microbiana. Una ETAP moderna se constituye generalmente de los siguientes procesos unitarios de tratamiento (Marín Galvin, 2014): Captación de agua bruta, tamizado y/o eliminación de gruesos, preoxidación, coagulación - floculación y decantación, filtración-adsorción, esterilización (o desinfección) y acondicionamiento final.



**Figura 5 Extracción del agua desde Sarmiento hasta Comodoro Rivadavia**

La planta de tratamiento de aguas “Jorge Federico Carstens” se encuentra ubicada en la población de Sarmiento, Chubut y abastece a 4 poblaciones: Sarmiento, Caleta Olivia, Rada Tilly y Comodoro Rivadavia. El proceso de potabilización inicia con la captación del agua del Lago Musters, que tiene una turbiedad producto de la arena, arcilla y microorganismos acumulados allí y una coloración ocasionada por las cortezas y otros materiales orgánicos en descomposición; no siendo apta para consumo humano. El agua entra por dos caños grandes ubicados al borde del lago y es transportada mediante unas bombas de impulsión a las piletas desarenadoras ubicadas a 380 m de la fuente primaria de agua; donde por decantación se separa el agua de la arena y es agregado un producto químico para eliminar las algas. De allí el agua es transportada a las piletas de floculación a través de un conducto de ingreso del agua desarenada, posteriormente se procede a aplicar coagulantes; donde se elimina gran parte de la materia orgánica y turbiedad del líquido. Al formarse los flocs o partículas producto de la floculación y coagulación; se inicia la etapa de decantación en las piletas decantadoras que procesan el agua en decantadores convencionales y los de placas verticales; donde la duración total del proceso es aproximadamente 3 h. El agua libre de coágulos es llevada a la sala de filtración; y al pasar por las capas filtrantes se separan las partículas que no pudieron ser eliminadas en la etapa anterior y se hace el retrolavado de filtros para dar paso al siguiente lote de agua a limpiar. El agua libre de partículas es llevada a la siguiente etapa que es la desinfección; donde se agrega el cloro para eliminar todos los microorganismos que estuvieran presentes. Por último, se hacen controles fisicoquímicos para validar la calidad del agua tratada (SCPL, 2015).

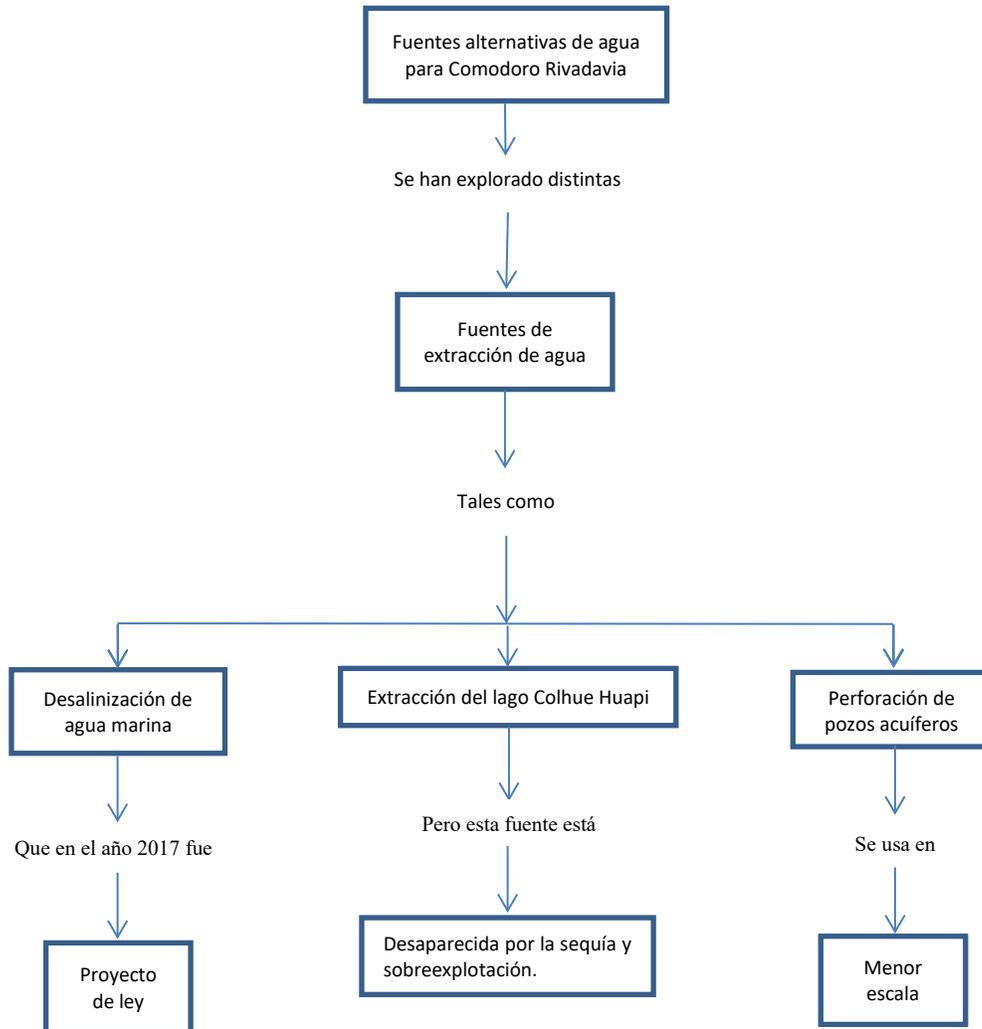
En la página web de la Sociedad Cooperativa Popular Limitada de Comodoro Rivadavia, se pueden hallar los parámetros de control de la calidad del agua y la periodicidad con la que son verificados (Sociedad Cooperativa Popular Limitada de Comodoro Rivadavia, s.f.):

Tipos de agua	Parámetros	Frecuencia
Agua cruda de toma superficial	Bacteriológico	Diario
	Físico-químico,: pH, turbiedad, alcalinidad, conductividad.	Diario
	Análisis biológico	Mensual
	Análisis químico: metales, fenoles, hidrocarburos y detergentes.	Semestral
Agua cruda de toma subterránea	Análisis químico: metales, fenoles, hidrocarburos y detergentes.	Semestral
	Análisis bacteriológico y fisicoquímico.	Mensual
Agua potabilizada en la salida de establecimiento potabilizador	Análisis químico: metales, fenoles, hidrocarburos y detergentes.	Semestral
	Físicoquímico,: pH, turbiedad, alcalinidad, conductividad, cloro residual libre	Diario

**Figura 6 Parámetros y frecuencias de control de la SCPL (Sociedad Cooperativa Popular**

**Limitada de Comodoro Rivadavia, s.f.)**

Debido a la dificultad de obtener agua potable para toda la población, se han explorado fuentes alternativas al Lago Musters que ayuden a mitigar la escasez del recurso. Algunas de las alternativas que se han considerado son: la desalinización de agua marina, la extracción de agua subterránea o del lago Colhue Huapi. Adicionalmente, los ciudadanos utilizan agua embotellada como opción principal para consumo, debido a la desconfianza existente hacia la potabilidad del agua del acueducto.



**Figura 7 Fuentes de provisión alternativas de agua para Comodoro Rivadavia**

**Desalinización de agua marina:**

En el documento “Agua fuente de vida” de la SCPL de la década de 1980, se consideró la desalinización del agua de mar como alternativa al suministro de agua potable, por ser Comodoro Rivadavia una ciudad costera. En su momento se desestimó porque se pensaba que los costos de potabilización de agua eran muy elevados (Sociedad Cooperativa Popular Limitada, 1988). En dicho reporte no se encontraron cálculos que comprobaran la hipótesis planteada. Hoy en día es un proyecto de ley denominado “Planta desalinizadora del Golfo San Jorge” (Proyecto de Ley Planta desalinizadora del Golfo San Jorge, 2015).

Ahora bien, en los últimos años se han construido plantas de osmosis inversa en las localidades de Puerto Deseado y Caleta Olivia, Santa Cruz. La planta de Puerto Deseado es un referente de esta experiencia en Latinoamérica y se suministra agua de allí durante tres o cuatro horas diarias (El Patagónico, 2016). Según RWL Water, la planta de Caleta Olivia iba a ser entregada en el otoño de 2015 (RWL Water, 2015); sin embargo, un habitante de la ciudad que ha participado en diversas actividades comunitarias informó que actualmente sólo están instalados los dispositivos pero no están conectados al agua de mar.

El intendente de Comodoro Rivadavia Carlos Linares se mostró optimista en la viabilidad de desarrollar un proyecto de similares características en la ciudad chubutense con el objetivo de que la nación financie la planta en conjunto con la Provincia del Chubut (ADN Sur, 2017). En la apertura de las sesiones ordinarias del Consejo Deliberante, Linares anunció un plan de inversiones en obras públicas que superan los mil millones de pesos reiterando que se tiene en mente la planta desalinizadora de agua de mar en la Ciudad y puntualizando que el abastecimiento del agua ocupa un lugar central en su agenda (Diario Jornada, 2017). Es importante destacar que la continuidad del proyecto de la planta de desalinización de agua de mar se debe a la propuesta del gobernador antecesor Martin Buzzi quien manifestó en tiempos de campaña electoral que se incluirían en el presupuesto 2016 la construcción de tres plantas modulares en las zonas norte, sur y centro (Nova Chubut, 2016).

### **Agua subterránea:**

En el estudio “Agua, elemento motor del desarrollo y fuente de vida” se indicó que no existía información concreta sobre la potencialidad de los acuíferos de aguas subterráneas y que esta alternativa podría ser considerada únicamente para casos puntuales y sistemas de pequeñas captaciones (Sociedad Cooperativa Popular Limitada, 1988).

El Acuífero Patagónico abastece en un rango de 15-23% de la población, con una producción de 490 m<sup>3</sup>/h. Se calcula que el agua potable de este acuífero es consumida por 58.000 vecinos y representa el 10% de la totalidad del agua que ingresa a la ciudad diariamente (ADN Sur, 2017).

Parece ser que este método se utiliza cuando no hay agua y es probable que se haga clandestinamente por la población al no tener una respuesta rápida de la cooperativa. Cada

vez que la ciudad se encuentra en emergencia hídrica, el Gobierno Provincial hace perforaciones de pozos hídricos para abastecerse temporalmente. Tal fue el caso de un parador de camioneros tradicional de la zona (El patagónico, 2015).

### **Extracción de agua del Lago Colhue Huapi:**

El lago Colhue Huapi fue explotado como fuente alternativa de agua en el pasado. El delicado equilibrio hídrico ha sido interferido por el bajo régimen de lluvias, las bajas nevadas en el Lago Fontana, los canales de riego de gran tamaño, el riego inapropiado y el incremento del uso para la industria y el consumo humano llevaron al lago a su sequía total en el año 2016 (ADN Sur, 2016).

### **Agua embotellada:**

Debido a la muy arraigada desconfianza de la población hacia la calidad del agua de las redes domiciliarias para consumirla y la psicosis de desabastecimiento encarnecida en razón de lo sorpresivo e indeterminado de las roturas de las cañerías del acueducto (Italconsult, 1987), la población ha optado por comprar agua embotellada en los supermercados, limpiarla con purificadores domésticos o hervirla. En una encuesta realizada por el diario El Patagónico a 774 lectores, se encontró que el 41,21% de la población consume agua de la canilla, el 25,97% adquiere agua mineral, el 15,37% utiliza y confía en el purificador instalado en su casa; el 12,53% bebe agua mineralizada y el 4,91% hierve el agua para consumirla (El Patagónico, 2016). Aparte de esta encuesta, no se encontraron estudios cuantitativos adicionales sobre el consumo de agua embotellada o potabilizada por los usuarios en Comodoro Rivadavia.

## **Estudios académicos de la contaminación acuática en la comunidad de Comodoro Rivadavia:**

Se hizo revisión bibliográfica de las tesis, publicaciones, tesinas y revistas de la Biblioteca de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB) – sede Comodoro Rivadavia. Roxana Villán en su ponencia “Escasez de agua y su gestión en el árido patagónico: El caso de Comodoro Rivadavia” del XXII congreso nacional del agua del año 2009 realizado en Chubut; muestra en resultados experimentales que deberían implementarse procesos participativos adicionales a fin de mejorar la gobernabilidad y promover respuestas adaptativas al cambio climático para una más amplia participación de todos los sectores y actores involucrados en el proceso de gestión, de acuerdo con los fundamentos de la gestión adaptativa y de la gestión integrada de recursos hídricos (Villán, 2009).

Hernán Mazón en su trabajo de licenciatura de gestión ambiental llamado “Cambios en las comunidades intermareales y su relación con la contaminación: Aportes para la gestión de efluentes de Comodoro Rivadavia” hizo un estudio para demostrar que en el agua del océano hay aguas cloacales debido al vertimiento de las mismas sin tratamiento alguno y demostró la detección de sustancias tóxicas y efluentes cloacales en las playas costeras mediante el uso de algas, entrevistas y recorridos en las plantas de tratamiento. En este estudio se remarca que los temas prioritarios en las agendas gubernamentales dependen de los actores involucrados, restricciones y decisiones; y que dependiendo de la severidad de la problemática se haría consenso entre los ciudadanos para dar una solución expedita por parte de las personas elegidas para solucionar los problemas que surjan. El autor indicó que, en la gestión de aguas cloacales, no hubo planificación en la provisión de agua potable y de redes cloacales adecuadas a causa del crecimiento descontrolado de la ciudad, usurpación de terrenos y acciones impulsivas de las gobernaciones provinciales. Así mismo se observó en este trabajo que si bien la SCPL, la MCR y la Provincia de Chubut tienen claros sus roles dentro de la gestión de agua potable y cloacas, la realidad mostró que las obras propuestas están sin finalizar y que existían faltas de mantenimiento de las obras en funcionamiento; y el autor infirió que en la agenda gubernamental se postergan las acciones sobre este asunto

por la aparición de otro tipo de problemáticas con mayor peso (Mazón, 2010).

En otro estudio, Nora Mabel Antúnez en su ponencia “Gestión ambiental de los recursos hídricos en la explotación de petróleo en la cuenca del Golfo San Jorge” hizo una recopilación de información legal, ambiental y socioeconómica relacionada con el agua subterránea en la región y con las amenazas de contaminación debidas a la explotación petrolera (Antúnez, 2009). Alberto Dybiec en su ponencia “Experiencia tecnológica en servicios de provisión de agua potable en la provincia del Chubut” se propuso dar una solución que considerara la condición hídrica general y la inclusión del consumidor como responsable del uso del agua (Dybiec A. M., 2009). En posterior comunicación con Alberto Dybiec, él informó que dicho trabajo fue perfeccionado en un artículo publicado en la revista Ingeniería Sanitaria y Ambiental N° 113 del año 2011 bajo el nombre de "La solución de Prometeo", donde se diseñó un sistema de suministro de agua potable con una capacidad de 250 L/hab por día en la población de 28 de Julio, Chubut (Dybiec A. , 2011). Adriana Sanz en su ponencia “Evaluación de la calidad de las aguas superficiales de la provincia del Chubut” hicieron seguimiento de los aspectos principales de las cuencas para determinar los cambios o modificaciones de su calidad para facilitar la toma de decisiones en cuanto a medidas o intervenciones que se anticipen a la necesidad de aplicación de acciones correctivas ante incipientes o potenciales procesos de degradación o contaminación del recurso hídrico (Sanz, Sorondo, & Testino, 2009).

Por último la directora del Doctorado en Ciencias de la Ingeniería de la UNPSJB Adriana Pajares ha hecho en nombre de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral investigaciones en el área de Fotoquímica que estudian la degradación de pesticidas y medicamentos en el agua en presencia de luz visible usando como catalizadores la riboflamina, la vitamina B2, el ácido húmico con riboflamina y colorantes; se ha especializado en fotólisis de contaminantes o sustratos de interés ambiental, industrial y biológico y su tema de interés de investigación son las “sustancias que condicionan el ambiente acuático para la pesca artesanal y la maricultura: la identificación de potenciales agentes nocivos y evaluación de tecnologías para su degradación (CONICET, 2019).

En atención a las denuncias del Sindicato de Trabajadores de Obras Sanitarias – Región Sur (SITOS) sobre la deficiencia del proceso de desinfección de aguas y la aparición de E.Coli en las aguas previamente tratadas; se produjo la inquietud de explorar la posibilidad de aplicar una tecnología de desinfección de aguas alternativa, la fotocatalisis heterogénea con dióxido de titanio, que es más efectiva en la eliminación de los contaminantes, utiliza energía renovable y disminuye la contaminación del medio ambiente. Dado el interés en aportar a la solución de la problemática del agua en Comodoro Rivadavia, sumado a la oportunidad que brinda la aplicación de la tecnología mencionada, se considera que vale la pena estudiar la viabilidad comercial del uso de tratamientos fotocatalíticos para la desinfección de aguas. Así pues, se ha planteado la siguiente pregunta de investigación:

¿Es viable a escala comercial la utilización de tecnologías fotocatalíticas de desinfección de aguas en la ciudad de Comodoro Rivadavia?

## **1.1. Objetivos e hipótesis**

### **1.2.1. Objetivo general**

Llevar adelante una investigación comercial de las tecnologías fotocatalíticas para desinfección de aguas en la comunidad de Comodoro Rivadavia.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Hacer un análisis de oferta/demanda de los tratamientos de agua fotocatalíticos en Comodoro Rivadavia.
- Releva el perfil y las preferencias de los clientes para los tratamientos fotocatalíticos de aguas.
- Establecer la receptividad del público objetivo a la adquisición de los tratamientos de agua fotocatalíticos.
- Indagar sobre la escala de importancia para los clientes de los tratamientos de agua fotocatalíticos.
- Proponer la mejor estrategia de distribución de los tratamientos fotocatalíticos de aguas.
- Determinar el grado de innovación y desarrollo que podría suministrar la comercialización de tratamientos fotocatalíticos de agua.

### **1.2.3. Hipótesis**

En Comodoro Rivadavia existe poca receptividad de los tratamientos de aguas fotocatalíticas, desconociendo los beneficios económicos y sociales que podría generarles frente a las tecnologías tradicionales; donde los motivos son la falta de información y una baja oferta en el mercado.

### **1.3. Descripción de la metodología**

El enfoque de este estudio es cualitativo y permitió realizar una investigación comercial relacionada con el uso de las tecnologías fotocatalíticas para desinfección de aguas en Comodoro Rivadavia. Para el cumplimiento de los tres primeros objetivos de la tesis, se aplicaron encuestas a través de Google Forms a tres funcionarios de la Municipalidad de Comodoro Rivadavia y a un funcionario de la Sociedad Cooperativa; para un total de cuatro encuestados. Los servidores públicos encuestados forman parte de las áreas involucradas en la gestión de aguas. Para el cumplimiento de los últimos tres objetivos se hizo revisión bibliográfica en revistas indexadas y bibliotecas especializadas (Biblioteca de Recursos Hídricos de la República Argentina, biblioteca de la Secretaria de Medio Ambiente de la República Argentina, Biblioteca Universitaria de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco), recorridos por la ciudad, observación in situ y revisión de publicaciones de los periódicos locales. Se procesaron todos los datos obtenidos para generar los resultados del presente estudio. Por último, se elaboró un plan de negocios de una consultora ambiental como herramienta de difusión de las tecnologías fotocatalíticas aplicadas a la desinfección de aguas; cuyo escenario de aplicación es el tratamiento de aguas residuales del sector farmacéutico.

### **1.4. Estructura de la tesis**

Esta tesis desarrollada con el propósito de optar por el título de Magister en Administración de Negocios, construida con la combinación de nuevos conocimientos adquiridos durante la cursada y con los conocimientos obtenidos previamente por la tesista; está conformada por cuatro capítulos:

Capítulo I: Introducción a la ciudad de Comodoro Rivadavia, aspectos generales y énfasis en la problemática del agua. También se mencionan las alternativas exploradas para conseguir mayor suministro de agua. De aquí se desprenden la fundamentación del tema elegido, el planteamiento del problema del presente trabajo, los objetivos a alcanzar en éste trabajo y por ultimo la estructura de la tesis.

Capítulo II: Aplicaciones de la fotocatalisis heterogénea con dióxido de titanio en purificación de aguas. Se hace un recorrido de la definición del proceso, antecedentes, fundamentación de su importancia en la investigación científica, aplicaciones en mineralización de contaminantes del agua, patentes registradas, casos de estudio registrados en la literatura, consideraciones para escalar estas tecnologías a escala industrial y estadísticas relevantes para el estudio.

Capítulo III: Perspectivas del uso de la tecnología de fotocatalisis heterogénea con dióxido de titanio en el tratamiento de aguas de Comodoro Rivadavia. Se explorarán los antecedentes del uso de la tecnología de fotocatalisis heterogénea en las aplicaciones potenciales halladas en la ciudad y se darán los resultados de un estudio de mercado cuyo objetivo identificar si en un futuro sería viable implementar dicha tecnología en tratamientos de aguas de la ciudad de Comodoro Rivadavia teniendo en cuenta las actuales y nuevas oportunidades generadas por la tormenta del año 2017.

Capítulo IV: La consultora como instrumento de negocio para la inserción de tecnologías emergentes. En este capítulo se va a hablar sobre las tecnologías emergentes y su gestión, se define qué es una consultora, se va a justificar la creación de una consultora como herramienta de difusión de nuevas tecnologías y en particular de la tecnología de fotocatalisis heterogénea; se va a hablar del modelo de canvas como una herramienta para el diseño de plan de negocios y se va a presentar el plan de negocios de la consultora prestadora de servicios en la industria farmacéutica.

Capítulo V: Discusión de resultados. Se discuten los resultados obtenidos a lo largo de la investigación.

Capítulo VI: Conclusiones. Se exponen las conclusiones de cada uno de los objetivos propuestos en la tesis de posgrado.

Capítulo VII: Recomendaciones. Se proponen futuras recomendaciones pertinentes al presente trabajo.



## CAPÍTULO II: APLICACIONES DE LA FOTOCATÁLISIS HETEROGÉNEA CON DIÓXIDO DE TITANIO EN PURIFICACIÓN DE AGUAS

Se sabe que las actividades cotidianas e industriales del ser humano contaminan el medio ambiente, y la sostenibilidad de la sociedad depende principalmente de acercarnos a una mejor administración de los ambientes naturales que constituyen las bases de nuestra civilización ( (Singh & Borthakur, 2018) citando a (Liu, Liu, Yang, & Ulgiati, 2016) y (Mansouri, Lee, & Aluko, 2015)). La contaminación del agua es una seria amenaza para la salud de las personas y los demás seres vivos. La gestión ecológica y económica de las aguas residuales industriales es un tema controvertido a nivel mundial y se han adoptado diversas tecnologías para su tratamiento (Singh & Borthakur, 2018). En los países en desarrollo se observa un fenómeno muy preocupante respecto a la disposición final de las aguas contaminadas: son arrojadas a los ríos y mares. Una de las razones por las que sucede esto es el alto costo de los procesos que se requieren implementar. De allí que sea necesario desarrollar tecnologías de tratamientos de aguas que sean sostenibles y económicamente viables para las industrias ( (Singh & Borthakur, 2018) citando a (Ramteke & Gogate, 2015)).

Si bien los tratamientos de aguas convencionales eliminan la gran mayoría de componentes tóxicos, existen sustancias que por su complejidad no pueden ser eliminados por éstos medios. Es por ello que se investigan tratamientos especializados que permitan eliminarlos efectivamente; entre los cuales se hallan los procesos avanzados de oxidación (AOP en inglés). La fotocatalisis heterogénea hace parte de ésta familia de procesos químicos y es materia de investigación y desarrollo relevante a nivel mundial.

Los indicadores bibliométricos permiten conocer el sistema científico y las relaciones entre sus componentes, de forma que hacen posible una evaluación de la actividad científica como apoyo importante para la toma de decisiones. A través de ellos se hacen recuentos del número de publicaciones, citas y de comunicaciones, entre otros (Revilla Gutierrez, 2019).

Como parte del contenido de los artículos científicos especializados, es posible hallar algunas estadísticas significativas de estudios publicados sobre la fotocatalisis. Para el año 2017 en el motor de búsqueda “Web of Science” se hallaron 1356 resultados buscando los términos “Photocatal\*Water Treatment”, 761 resultados con el término “Photocatal\*Water Treatment+TiO<sub>2</sub>”, 629 coincidencias del término “Photocatal\*Water Treatment+TiO<sub>2</sub>+Visible”, 159 resultados con los términos “Photocatal\*Water Treatment+TiO<sub>2</sub>+Visible” y por ultimo 29 resultados con los términos “Photocatal\*Water Treatment+TiO<sub>2</sub>+Visible+reactor” (Loch, 2019). En el mismo año, las publicaciones de fotocatalisis en la base de datos Scopus son de aproximadamente 8000 articulos con el término “(photocatalysis) OR (photocatalyst)”; y menos de 1000 publicaciones bajo los términos “(photocatalysis) OR (photocatalyst) AND (treatment OR remediation OR purification) AND (water)” (Belver, Bedia, Gómez-Aviles, Peñas-Garzón, & Rodriguez, 2019).

Nº	País	Número de publicaciones
1	China	683
2	India	187
3	Estados Unidos	170
4	España	106
5	Francia	103
6	Corea del Sur	86
7	Irán	76
8	Italia	69
9	Japón	69
10	Alemania	66
11	Canadá	55
12	Australia	53
13	Brasil	50
14	Taiwan	45
15	Reino Unido	41

**Tabla 1 Crecimiento por país de publicaciones científicas que contienen las palabras clave**

**“photocatalytic degradation” en la degradación de compuestos orgánicos (Singh & Borthakur, 2018).**

Nº	Año	Número de publicaciones
1	2017	350
2	2016	255
3	2015	215
4	2014	153
5	2013	123
6	2012	137
7	2011	102
8	2010	91
9	2009	110
10	2008	87
11	2007	58
12	2006	56
13	2005	40
14	2004	43
15	2003	27
16	2002	34
17	2001	24
18	2000	19
19	1999	14
20	1998	6
21	1997	7

**Tabla 2 Crecimiento anual de publicaciones científicas que contienen las palabras clave**

**“photocatalytic degradation” en la degradación de compuestos orgánicos (Singh & Borthakur, 2018).**

La tabla 1 muestra el crecimiento por país de las publicaciones que contienen dentro de sus palabras clave degradación fotocatalítica (o “photocatalytic degradation” en inglés) de contaminantes orgánicos. Del mismo modo, la tabla 2 muestra el crecimiento anual de las publicaciones en el periodo 1997-2017 con las mismas palabras clave. La Academia China de Ciencias y el Ministerio de educación Chino lideran la lista de instituciones que invierten recursos de investigación en la materia, y las revistas científicas “Journal of Hazardous Materials” y “Chemosphere” figuran entre las dos primeras revistas que publican la mayor cantidad de artículos de investigación de la temática (Singh & Borthakur, 2018). Éstas cifras expresan el gran y creciente interés por estudiar la fotocatálisis como alternativa en la degradación sostenible de aguas contaminadas y la necesidad de incorporar más proyectos de ésta naturaleza en países latinoamericanos distintos a Brasil. En el caso de Argentina, también existen investigaciones y recursos abocados a ésta alternativa en tratamientos de aguas. Para dimensionar el alcance y las cantidades de estudios en curso dentro del país en la actualidad se accedió al Portal de Información de Ciencia y Tecnología Argentino y se

hallaron 375 resultados de proyectos de tratamientos de aguas usando el filtro de “tecnología e innovación”. Entrando en detalle, se hallaron 313 proyectos discriminados en la tabla 3 (Portal de Información de Ciencia y Tecnología Argentino, 2019):

Monto asignado (ARS)	Cantidad de proyectos de tratamientos de aguas
0 - 50000	10
60000-125000	37
250000 - 500000	81
500000 - 1000000	67
> 1.000.000	118
Total	313

**Tabla 3 Cantidad de proyectos de investigación en tratamientos de aguas y presupuestos asignados (Portal de Información de Ciencia y Tecnología Argentino, 2019)**

Utilizando la palabra clave “Fotocatálisis” en el mismo motor de búsqueda, se hallaron 18 resultados (ver tabla 4, donde los montos asignados en total para estos proyectos son de ARS\$ 4.569.269 (Portal de Información de Ciencia y Tecnología Argentino, 2019):

Proyecto Científico	Año de inicio	Monto asignado (ARS)
Caracterización estructural (FTIR-ATR) de la adsorción/desorción y de las transformaciones superficiales de adsorbatos en superficies de óxidos metálicos y materiales relacionados.	2009	180000
Abatimiento de la Contaminación Ambiental Química y Biológica, empleando Tecnologías Avanzadas de Oxidación	2009	300000
Procesos de Fotocatálisis Solar aplicados a la Descontaminación del Medio Ambiente	2011	297600
Procesos avanzados de oxidación para la remoción de contaminantes disruptores endocrinos en aguas residuales	2011	50.000
Ataques fágicos en un nuevo contexto ecológico: Lactobacilos probióticos. Origen, diversidad y estrategias novedosas para su control en la industria láctea.	2011	288.000
Acoplamiento de Procesos Avanzados Reductivos en Fase Acuosa y Procesos Avanzados Oxidativos en Fase Gaseosa para el tratamiento de contaminantes modelo ambientalmente importantes en aguas	2012	300.000

Diseño, Síntesis y aplicaciones de materiales funcionales basados en óxidos	2012	300000
Degradación de contaminantes químicos de impacto ambiental aplicando procesos avanzados de oxidación	2012	280000
Nuevos Complejos Polinucleares de Metales de Transición y sus Aplicaciones como Fotosensibilizantes, Catalizadores y Sensores	2012	330.000
Degradación de compuestos orgánicos mediante procesos biocatalíticos y tecnologías fotocatalíticas de oxidación avanzada	2012	36.000
Tratamiento de contaminantes especiales en agua (iones metálicos como Cr(VI), Hg(II), U(VI) o Pb(II), arsénico y nitrato) mediante Procesos Avanzados Oxidativos y Reductivos basados en materiales nanoparticulados	2013	225.000
Degradación de compuestos fenólicos mediante Fotocatálisis Heterogénea sobre TiO <sub>2</sub> dopado con Ce o V.	2014	79.997
Integración de metodologías de biorremediación y remediación química para el tratamiento de contaminantes orgánicos e inorgánicos	2014	650.000
Diseño, construcción y evaluación de sistemas de tratamiento de efluentes por procesos avanzados de óxido-reducción con nanopartículas de hierro cerivalente y nanomagnetita	2014	83.200
Diseño y síntesis de materiales funcionales por vías suaves	2014	329.472
Reacciones fotocatalíticas en dispositivos de microfluidica	2015	240000
Tratamiento de efluentes acuosos conteniendo contaminantes orgánicos recalcitrantes por combinación de tecnologías de oxidación avanzada, biosorción y biodegradación.	2015	500000
Diseño de tecnologías innovadoras para inactivación de bacteriófagos en ambientes de la industria láctea	2015	100.000
Total		\$ 4.569.269

**Tabla 4 Proyectos de investigación de fotocatalisis en Argentina (Portal de Información de**

**Ciencia y Tecnología Argentino, 2019)**

Para comprender mejor sobre la fotocatalisis heterogénea, en éste capítulo se explicará en qué consiste, se mencionarán sus aplicaciones comerciales, las ventas en el mercado mundial y se profundizará particularmente en su aplicación dentro de los tratamientos de aguas a gran escala.

## 2.1. FOTOCATÁLISIS HETEROGÉNEA CON DIÓXIDO DE TITANIO (TiO<sub>2</sub>)

### 2.1.1. Fotocatálisis heterogénea: definición y características

La fotocatálisis heterogénea se define como “el cambio de la velocidad de una reacción química o su iniciación bajo la acción de la radiación ultravioleta, visible o infrarroja en presencia de un fotocatalizador, que es una sustancia que absorbe luz y está involucrada en la transformación de los componentes de la reacción” (Byrne, y otros, 2015) citando a (IUPAC, 1997)). De igual forma, el fotocatalizador se define como “un catalizador capaz de producir (bajo la absorción de luz) transformaciones químicas de los reactivos. El estado excitado del fotocatalizador interactúa repetidamente con los reactantes formándose intermediarios de reacción y se autorregenera después de cada ciclo de dichas interacciones” (Byrne, y otros, 2015) citando a (IUPAC, 1997)).

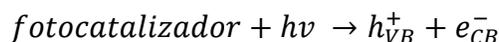
En la fotocatálisis heterogénea, el fotocatalizador está presente como un material sólido. Al mismo tiempo, las reacciones se dan en la interfase entre las fases solido-liquido o solido-gas. Existen materiales semiconductores que son utilizados como fotocatalizadores porque absorben la energía fotónica (de la luz) y proporciona sitios activos para la absorción de reactivos. En la fotocatálisis de semiconductores, las reacciones primarias son las reacciones de oxidación o reducción electroquímicas que involucran transferencia de electrones y huecos desde el semiconductor foto-excitado. La fotocatálisis heterogénea ha demostrado ser efectiva para la inactivación de un amplio rango de microorganismos patógenos, incluyendo aquellos que son resistentes a otros métodos de desinfección (Byrne, y otros, 2015).

Los materiales semiconductores que se utilizan para este propósito se clasifican en fotocatalizadores con óxido y fotocatalizadores sin óxido. Los primeros son los compuestos químicos ZrO<sub>2</sub>, TaON, WO<sub>3</sub>, SrTiO<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, KTaO<sub>3</sub>; y los últimos son las sustancias de fórmula molecular CdS, ZnS, GaP, Si, CdSe, SiC y MoS<sub>2</sub>. De todos ellos, el dióxido de

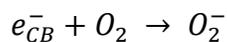
titanio (TiO<sub>2</sub>) es el compuesto que mayor interés ha generado en la comunidad científica porque ofrece la posibilidad de reutilizarse como catalizador, puede operar en un amplio rango de pH y puede ser inmovilizado en una amplia variedad de soportes sin que se afecte su eficiencia fotocatalítica (Byrne, Subramanian, & Pillai, 2017).

El TiO<sub>2</sub> es un material de bajo costo, es ambientalmente benigno y biocompatible, tiene amplia disponibilidad y alta estabilidad con la habilidad de degradar eficientemente un amplio espectro de contaminantes ( (Byrne, Subramanian, & Pillai, 2017) citando a (Pelaez, y otros, 2012), (Chong, Jin, Chow, & Saint, 2010), (George, y otros, 2016), (Litter, 2017), (Molinari, Lavorato, & Argurio, 2016), (Septini, y otros, 2016), (Gmurek, Olak-Kucharczyk, & Ledakowicz, 2016), (Hassan, Zhao, & Xie, 2016), (Kim, Kim, Lim, & Park, 2017), (Abdel-Maksoud, Imam, & Ramadan, 2016), (Moreira, y otros, 2016), (Borges, Sierra, Cuevas, García, & Esparza, 2016), (Malato, y otros, 2016), (Phillipe, Timmers, Van Grieken, & Marugan, 2016), (Badia-Fabregat, Oller, & Malato, 2017), (Challagulla, Nagarjuna, Ganesan, & Roy, 2016), (Wu, y otros, 2016)).

### 2.1.2. Breve resumen del mecanismo de reacción en procesos fotocatalíticos

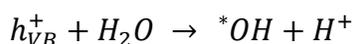


**Ecuación 1: Generación par electrón- hueco (Ganguly, Panneri, Hareesh, Breen, & Pillai, 2019)**



**Ecuación 2: Reacción de electrón con el oxígeno. Produce especies reactivas de oxígeno**

**(Ganguly, Panneri, Hareesh, Breen, & Pillai, 2019)**



**Ecuación 3: Generación de radicales hidroxilo (Ganguly, Panneri, Hareesh, Breen, & Pillai,**

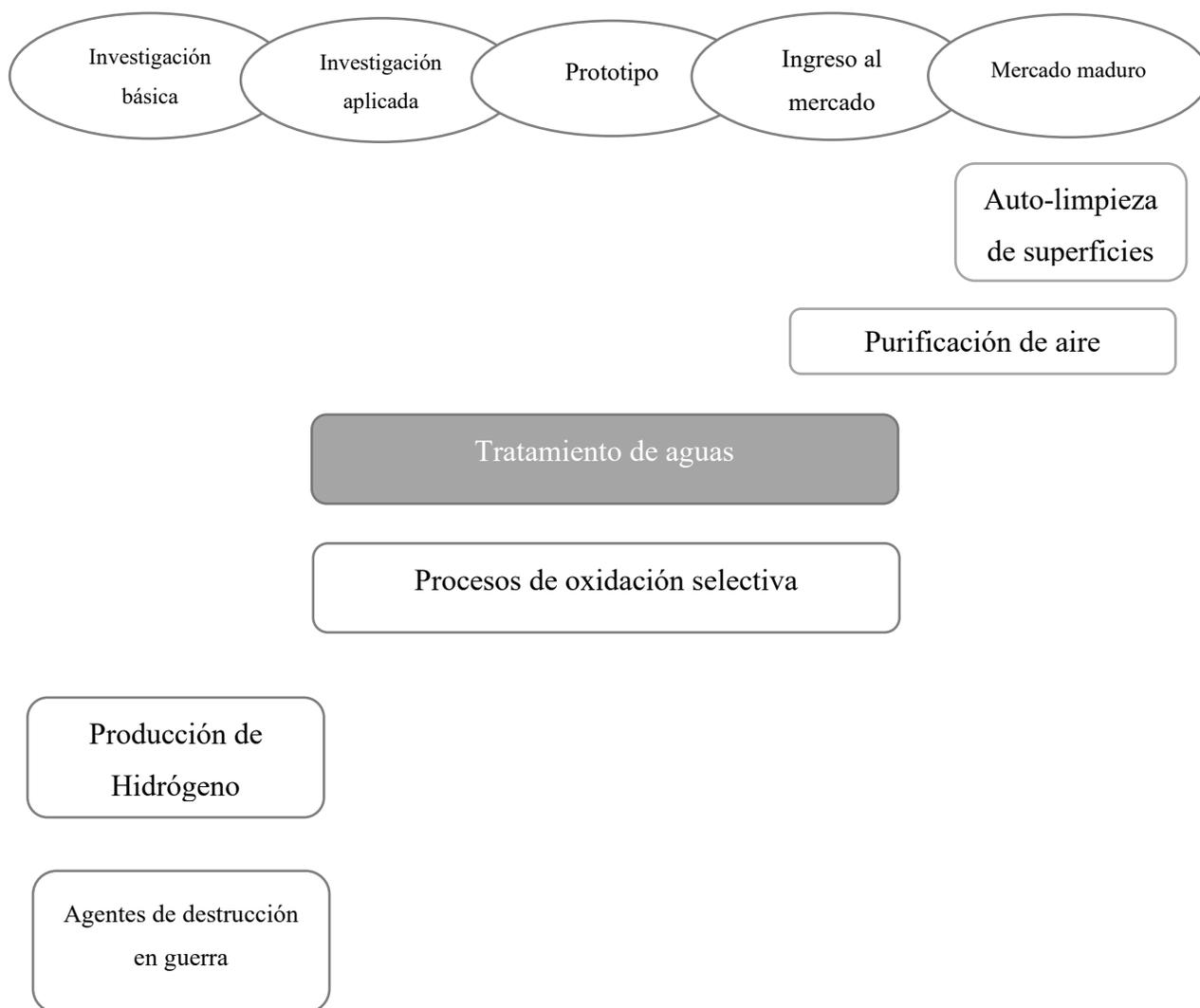
**2019)**

El mecanismo de reacción en la fotocatalisis se explica brevemente de la siguiente manera: en la superficie del semiconductor, en presencia de radiación lumínica, genera un par electrón-hueco según la Ecuación 1 ( (Ganguly, Panneri, Hareesh, Breen, & Pillai, 2019) citando a (Lammel, Boisseaux, Fernández-Cruz, & Navas, 2013), (Teta, Rankin, Long, Stein, & Kushner, 2007), (Dumortier, y otros, 2006), (de Faria, de Moraes, Marcato, & al., 2014) y (Li, y otros, 2010)). El fotón que impacta la superficie debería tener una energía mayor o igual al ancho de banda del material semiconductor. El electrón de la banda de valencia sale hacia la banda de conducción, dejando un hueco atrás en la banda de valencia. En la ecuación 2 se observa que el electrón en la banda de conducción reacciona con el oxígeno molecular disuelto dentro del agua para formar especies reactivas de oxígeno (ROS en inglés) tales como radicales superóxidos ( $\text{O}_2^-$ ) o radicales hidropéroxidos ( $\text{HO}_2$ ). Similarmente, los huecos generados en la banda de valencia reaccionan con el agua para generar radicales hidroxilo ( $\text{OH}$ ) y iones de hidrógeno ( $\text{H}^+$ ), de acuerdo con la ecuación 3 ( (Ganguly, Panneri, Hareesh, Breen, & Pillai, 2019) citando a (Pelaez, y otros, 2012), (Yue, y otros, 2012), (Kroemer, y otros, 2009) y (Baehrecke, 2002)). La molécula tóxica (microorganismos, efluentes orgánicos, pesticidas, etc.) interactúa en la superficie del catalizador para ser fragmentado ( (Ganguly, Panneri, Hareesh, Breen, & Pillai, 2019) citando a (Garrido & Kroemer, 2004)). Las especies reactivas de oxígeno participa en los procesos de desintegración y convierte los efluentes dañinos en productos más simples como el dióxido de carbono, agua, etc. No obstante, con los transportadores de cargas fotogenerados, existe una alta probabilidad de recombinarse, causando una baja eficiencia cuántica. Por lo tanto, se hace un amplio esfuerzo para prevenir los procesos de recombinación ( (Ganguly, Panneri, Hareesh, Breen, & Pillai, 2019) citando a (Fujishima, Zhang, & Tryk, 2008) y (Yoshihara, y otros, 2004)).

La fotocatalisis heterogénea es entonces una técnica que permite la degradación de sustancias tóxicas bioresistentes en aguas residuales, en emisiones gaseosas y en suelos contaminados (Névarez-Martínez, Espinoza-Montero, Quiróz-Chávez, & Ohtani, 2017).

## 2.2. Aplicaciones prácticas de la fotocatalisis y el mercado mundial:

La figura 1 muestra los niveles de disponibilidad comercial de las tecnologías de fotocatalisis en el mercado y en la tabla 3 se encuentran las aplicaciones comerciales principales del dióxido de titanio activado con luz solar (Marotta, 2015):



**Figura 8: Niveles de disponibilidad comercial de tecnologías fotocatalíticas con luz solar (Marotta, 2015).**

Área comercial	Función	Uso
Vidrio	Auto-limpieza, antibacterial y anti-empañamiento.	Ventanas, espejos y vidrios vehiculares.
Vehículos	Auto-limpieza, antibacterial, anti-empañamiento y evita formación de gotas.	Pinturas y recubrimientos de vehículos, y espejos retrovisores.
Textiles	Auto-limpieza y antibacterial.	Telas para carpas, estructuras de almacenamiento, estaciones y domos.
Alimentos y flores	Antibacterial y antienviejecimiento.	Preservación de frutas y flores.
Edificios, hospitales y concreto	Auto-limpieza, antibacterial y anti-empañamiento.	Cocinas, baños, baldosas exteriores, recubrimientos, paredes y techos.
Material vial	Auto-limpieza y anti-empañamiento.	Carreteras y espejos, andenes, iluminación y señalización.
Tratamiento de aguas	Descontaminación, antibacterial y mineralización.	Pequeñas plantas de tratamiento de aguas industriales y de agricultura.
Química industrial	Oxidación selectiva.	Producción solar de químicos finos.

**Tabla 5: Principales aplicaciones comerciales de procesos de TiO<sub>2</sub> con luz solar (Marotta, 2015)**

Los productos fotocatalíticos fueron comercializados por primera vez a mediados de la década de 1990, y posteriormente en América y Europa. En el año 2009 el volumen global de productos basados en fotocatálisis solar tenía un valor de USD 848.000.000 y se esperaba que para el año 2014 iban a alcanzar aproximadamente 1,7 billones de dólares (Marotta, 2015). Los productos fotocatalíticos para la construcción cuentan con aproximadamente el 87% del mercado, con ganancias estimadas en 740,3 millones de dólares. Otros productos contribuyeron con menores volúmenes de ventas totalizando los 22,1 millones de dólares. Las proyecciones para el año 2014 fueron de 33.6 millones de dólares a una tasa anual de crecimiento de 8.7% por 5 años ( (Marotta, 2015) citando a (Tong, y otros, 2012) y (Chen & Mao, 2007)).

En el resumen de un reporte económico, se encontró que el mercado global de fotocatalizadores alcanzará gracias a sus bajos costos de mantenimiento los 4.58 billones de dólares para el año 2025 en la industria de los materiales auto-limpiantes en la industria de la construcción. En la actualidad, la industria está en su etapa de nacimiento con pocos fabricantes. Se espera que Japón sea el líder de la industria; quienes tienen elevadas inversiones en investigación y desarrollo con muchas patentes en su haber. Los materiales

predilectos son el  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$  y  $\text{CdS}$ . El producto tiene la habilidad de descomponer compuestos orgánicos, los cuales los hacen adecuados para la purificación del aire y tratamientos de aguas. Adicionalmente, en la edificación y construcción, el mecanismo de autolimpieza actúa como una barrera para polvo y manchas, la cual se espera que propague el crecimiento de esta industria durante los próximos 8 años. Se espera que haya grandes inversiones iniciales por parte de los propietarios de las tecnologías existentes en el desarrollo de la manufactura comercial de los fotocatalizadores, y un mayor espectro de investigaciones podría colocar nuevos jugadores en el mercado (Grand View Research, 2017).

El dióxido de titanio tuvo el 85% de la demanda global debido a que es un compuesto económico, y que tiene una alta estabilidad química tenido en cuenta como el material preferido como fotocatalizador en varias aplicaciones en la industria. La aplicación en superficies autolimpiantes dominó la industria y se espera que sea la aplicación que tenga mayor crecimiento, contando con el 51.9% de la demanda total en 2016 y se espera que tenga un crecimiento significativo sobre el periodo proyectado debido a la recuperación económica y el crecimiento de la industria de la construcción en la región. Japón se proyecta como un lugar donde habría crecimiento del 9,2% sobre el periodo de predicción con el crecimiento de la industria principalmente dirigida por la auto-limpieza debido al crecimiento tecnológico en el sector. En Europa, la demanda fue valuada en 400.8 millones de dólares en 2016 y se espera que tenga un crecimiento significativo en el periodo proyectado debido a la recuperación económica y al crecimiento general de la industria (Grand View Research, 2017).

### **2.3. Fotocatálisis heterogénea con $\text{TiO}_2$ aplicada en tratamientos de aguas:**

Los procesos fotocatalíticos con  $\text{TiO}_2$  en tratamientos de aguas suceden bajo la incidencia de la luz en la superficie del fotocatalizador. Las fuentes de luz pueden ser de origen artificial (lámparas blancas, lámpara ultravioleta), y de origen natural (luz solar). El dióxido de titanio puro inicia su actividad fotocatalítica con radiación ultravioleta ( $\lambda \leq 387$  nm). Es posible realizar modificaciones en el material semiconductor para incrementar su eficiencia bajo la incidencia de luz ultravioleta y también para facilitar los procesos con el

uso de luz blanca; y la tendencia actual se dirige hacia el uso de energía solar como fuente de energía para usarlo en procesos reales de descontaminación (Belver, Bedia, Gómez-Avíles, Peñas-Garzón, & Rodríguez, 2019).

En las últimas tres décadas ha incrementado la demanda del desarrollo de tecnologías efectivas que permita tratar contaminantes de aguas. La fotocatalisis hace parte de los Procesos Avanzados de Oxidación; puede funcionar en condiciones suaves y sólo utiliza oxígeno como un reactivo primario. La tabla 4 muestra los contaminantes principales tratados mediante la fotocatalisis, la tabla 5 se encuentran las marcas comerciales de TiO<sub>2</sub> que se usan como fotocatalizadores y en la tabla 6 están los tratamientos de aguas fotocatalíticos patentados (Belver, Bedia, Gómez-Avíles, Peñas-Garzón, & Rodríguez, 2019):

<b>Contaminantes principales tratados mediante la fotocatalisis</b>	
<b>Tipo de contaminante</b>	<b>Ejemplos</b>
Contaminantes de preocupación emergente (CECs en inglés)	Aditivos (Eteres difenil polibromados)
	Antibióticos (amoxicilina, ampicilina, metronidazol)
	Desinfectantes (ácido haloacético, trihalometanos)
	Tintes (azul de metileno, naranja de metilo, rodamina-B)
	Fármacos (carbameceptina, diclofenaco, ibuprofeno)
	Preservativos (dimetilfenoles, parabenos, ácido salicílico)
Compuestos endocrino-disruptivos (EDCs en inglés)	Alquifenoles (fenol, 4-metilfenol, 4-n-heptilfenol)
	Bisfenol A
	Metales pesados (Cr <sup>6+</sup> , As <sup>5+</sup> , Hg <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup> )
	Organoestánicos (monobutilestano, dibutilestano, tributilestano)
	Pesticidas (atrazina, clorpirifós, diazinon)
	Hidrocarburos aromáticos policíclicos (Fenantreno, Fluoranteno)
	Ftalatos (dimetil ftalato, di(2-etilhexil)ftalato)
Esteroides (estróna, 17 $\alpha$ -etilenestradiol, 17 $\beta$ -estradiol)	
Gérmenes patógenos (Desinfección)	Bacillus subtilis, Eschericia coli, Micrococcus lylae, Salmonella pyphi, Staphylococcus aureus)
Cianotixinas	Microcistinas, cilindrospermosinas, nodularinas y anatoxina-a, como familias principales de cianobacterias estudiadas.

**Tabla 6: Contaminantes principales tratados mediante la fotocatalisis (Belver, Bedia, Gómez-**

**Avíles, Peñas-Garzón, & Rodríguez, 2019).**

<b>Marcas comerciales de dióxido de titanio para usos en fotocatalisis</b>	
<b>Fotocatalizador comercial (TiO<sub>2</sub>)</b>	<b>Ejemplos</b>
P25 Degussa (Evonik), P90	Evonik Tego Chemie GmbH, Essen, Alemania
Mikronatas	Sachtleben Chemie GmbH, Duisburgo, Alemania
Hombikat UV100, N100	Sachtleben Chemie GmbH, Duisburgo, Alemania
Pretiox CG11, CG100, CG300, PK20A, CG100DSL	Precheza a.s., República Checa
Coteix KA-100	Coteix Co., Corea del Sur
Millenium PC50, PC100, PC105, PC500	Millenium Inorganic Chemicals S.A.
Ishihara ST y STS series, MPT-623	Ishihara Sangyo Kaisha, LTD, Tokyo
CristalACTiVTM PC105	Cristal Global, Paris, Francia
Aeroxide P90/Evonik P90	Nippon Aerosil Co., LTD., Tokyo
VP Aeroperl P25/20	Nippon Aerosil Co., LTD., Tokyo

**Tabla 7 Marcas comerciales de dióxido de titanio para usos en fotocatalisis (Belver, Bedia,**

**Gómez-Aviles, Peñas-Garzón, & Rodriguez, 2019)**

<b>Patentes de Sistemas Fotocataliticos para tratamientos de aguas</b>	
<b>Nombre (Numero de publicacion)</b>	<b>Descripción</b>
Photo-Cat (US 5462674; US 5554300; US 5589078; US 6136203; US 6215126) Fabricado por Purifics Inc., Ontario, London (Canada)	Reactor fotocatalitico de lecho fluidizado. La corriente del agua que ingresa se filtra y se mezcla con nanoparticulas de TiO <sub>2</sub> . Luego, pasa a través de un reactor con 32 lamparas UV. El TiO <sub>2</sub> se recupera usando una membrana cerámica.
Sistema para tratamiento de efluentes contaminantes (US 2017/297933 A1)	Reactor fotocatalitico de lecho fluidizado. La corriente de entrada se mezcla con el fotocatalizador (TiO <sub>2</sub> ) y pasa a traves de una camara que contiene una lampara UV. Antes que la corriente salga de la cámara, se filtra a través de una membrana.
Reactor fotocatalitico rotacionalmente simetrico para purificacion de agua (WO 2017/181125 A1)	Fotorreactor en el cual el agua contaminada fluye a traves de un tubo de reaccion. Este tubo presenta un soporte tridimensional (silica) cubierta con una pelicula de fotocatalizador (TiO <sub>2</sub> ). El sistema usa como fuente de radiacion UV luces LED.
Tratamiento de agua con tecnología catalítica adaptativa (US 2017/313611 A1)	Este sistema se constituye de 6 etapas: 1. Filtración de solidos suspendidos; 2. Reducción de la dureza via deposición electroquímica y cristalización de CaCO <sub>3</sub> ; 3. remocion de Carbono Organico Total (TOC) via UVC-FotocatalizadorAlpha/Peroxido (usando una lámpara de mercurio UVC); 4. intercambio de iones para la remoción de metales pesados; 5. purificación vía UV A - FotocatalizadorBeta/Peroxido (usando

	tecnología LED), y 6. mezcla de ultrasonido y aireación.
Purificación fotocatalítica de medio (US 2014/0301897 A1)	Consiste en una capa fotoactiva (TiO <sub>2</sub> ) dispuesta en una superficie planar a través de la cual la energía lumínica es transferida. El agua a ser tratada se mantiene en contacto con la superficie del fotocatalizador. La absorción de luz no ocurre en el costado del agua pero ocurre en el lado plano de la superficie.
Dispositivo desinfectante de agua (US 2014/158641 A1)	Reactor fotocatalítico tipo batch. Consiste en un primer contenedor para agua contaminada, un filtro para remover partículas y un segundo contenedor para la corriente tratada. El fotocatalizador es depositado sobre el filtro y/o en las caras internas del contenedor. La fuente de luz (UV) se ubica en el primer contenedor.
Fotorreactor ultravioleta para la purificación de fluidos (US 2013/0323128 A1)	Reactor fotocatalítico que contiene dos distintas fuentes de radiación UV. La primera (UVA, 370-385 nm) se usa para activar el fotocatalizador (TiO <sub>2</sub> ) y destruir los contaminantes orgánicos, mientras que el segundo (UVC, 265-285 nm) es para contaminantes biológicos.
Tratamiento fotoquímico de efluentes activado con luz solar (US 2013/180931 A1)	El sistema de tratamiento consiste en módulos de fotocatalizadores, con la posibilidad de ser conectados o no. Cada módulo presenta un sustrato fibroso donde se acopla el fotocatalizador. La luz solar ilumina el fotocatalizador soportado en contacto con el líquido.

**Tabla 8 Patentes de sistemas fotocatalíticos para tratamientos de aguas (Belver, Bedia, Gómez-Avíles, Peñas-Garzón, & Rodríguez, 2019)**

Como complemento de la tabla 6, usando el término de búsqueda “photocatalysis” en Google Patents, se encontraron aproximadamente 40600 resultados (Google Patents, 2019). De igual forma, se encontró que el porcentaje de patentes registradas en aplicaciones de desinfección de aguas fue de 38% (Paz, 2010). En la página Free Patents Online usando las palabras clave “Photocatalysis”, “TiO<sub>2</sub>”, “Water” se hallaron 2102 resultados (Free Patents Online, 2019). Así mismo, en la base de datos de las patentes chinas se hallaron 139 registros (CNIPA, 2019). Por último se buscó en la página del Instituto Nacional de la Propiedad Industrial Argentina si existen patentes que tengan implementada la fotocatalisis. No fue posible encontrar registros (Instituto Nacional de la Propiedad Industrial, 2019).

## 2.4. Costeo de procesos fotocatalíticos

Variables técnicas para el diseño de reactores fotocatalíticos solares	
Nombre	Denominación
Distribución uniforme de luz solar dentro del reactor	Quantum efficiency
Eficiencia del reactor	Presión de operación
Concentración optima de catalizador	Grosor de película
Absortividad molar	Tamaño del reactor (Área de irradiación de superficie)
Tipo de reactor	Materiales de construcción del reactor.
Factor de concentración	Window Fouling
Ciclo de vida del reactor	Contacto entre reactor y catalizador
Variación de la energía solar	Tiempo de uso
Peso del catalizador	Illuminated reactor Area
Velocidad de degradación	Volumen de la solución tratada
Masa molar del sustrato	Irradiacion solar
Condiciones climáticas	Carga del catalizador
Densidad óptica	Diametro de fotorreactor
área específica	Concentración de oxígeno disuelto
pH de la solución	productos intermediarios
Temperatura (Generacion de calor)	Energía eléctrica por masa

**Tabla 9 Variables técnicas para el diseño de reactores fotocatalíticos solares (Marotta, 2015)**

Variables económicas para el diseño de reactores fotocatalíticos solares	
Nombre	Definición
Costos operativos	Montos asociados al funcionamiento del prototipo.
Costos de mantenimiento	Montos asociados al mantenimiento del prototipo.
Costos de materiales	Vidrios, lámparas, motores, etc.
Costos de terreno	Hace referencia al terreno necesario para construir el reactor
Costos de fabricación	Montos asociados a la construcción del prototipo
Costos de mano de obra	Personal asociado al proyecto

**Tabla 10 Variables económicas para el diseño de reactores fotocatalíticos solares (Marotta, 2015)**

La tendencia de las investigaciones es desarrollar el uso de fotocatalisis solar en las industrias para poder procesar grandes cantidades de agua. El costeo de los procesos es un procedimiento ineludible para que los inversionistas tomen decisiones sobre su elección e implementación en escenarios reales. Las variables técnicas y económicas más comunes para abordar proyectos de ésta índole se encuentran en las tablas 7 y 8 respectivamente. No se puede prescindir totalmente de la electricidad en éstos dispositivos porque la fluctuación de la radiación solar no permite que haya suministro continuo de energía. Así mismo los reactores que funcionan en gran parte con luz solar requieren de áreas considerables para poder concentrar la energía necesaria para operar. Los procesos avanzados de oxidación consumen de manera intensiva energía eléctrica, la cual representa una gran parte de los costos de operación; y dependiendo de la fuente de energía que utilicen se consideran indicadores específicos para cada uno de ellos: procesos conducidos por energía eléctrica ( $E_{EM}$  y  $E_{EO}$ ) o conducidos por energía solar ( $A_{CM}$  y  $A_{CO}$ ) (Bolton, 2001):

Indicador	Formula de cálculo
$E_{EM}$ : Energía eléctrica por masa (kWh/kg)	$E_{EM} = pt1000/VM(c_i - c_f)$ en operaciones batch. $E_{EM} = P / FM(c_i - c_f)$ para operaciones de flujo.
$E_{EO}$ : Energía eléctrica por orden	$E_{EO} = pt1000/(Vlg(c_i/c_f))$ para operaciones batch $E_{EO} = P / (Flg(c_i/c_f))$ operaciones de flujo
$A_{CM}$ : Área de colector por masa	$A_{CM} = AEst1000 / Es0t0MV(c_i - c_f)$ para operaciones batch $A_{CM} = AEs / MF(c_i - c_f)$ para operaciones de flujo
$A_{CO}$ : Área de colector por orden	$A_{CO} = AEst/Vlg(c_i/c_f)$ para operaciones batch $A_{CO} = Aes/Flg(c_i/c_f)$ para operaciones de flujo.

**Tabla 11 Indicadores de consumo de energía eléctrica y de área de colector en los procesos avanzados de oxidación (Bolton, 2001).**

No existe un método estándar de costeo de éste tipo de tratamientos. Hay pocos datos económicos disponible en la literatura sobre los costos de construcción y operación de plantas de tratamientos de aguas que implementen la fotocatalisis; y los que existen son escasos, abstractos y específicos para cada caso. La tabla 10 muestra la cantidad de publicaciones

halladas con los términos “AOP” y “AOP” – “Cost estimation” en las bases de datos Scopus y Web of Science (Gimenez, Esplugas, Malato, & Peral, 2019):

Palabras Clave	"AOP" - Procesos avanzados de oxidación		"AOP" y "Cost Estimation" (Estimación de costos)		"AOP" y "Cost Evaluation" (Evaluación de costos)	
	Scopus	Web of Science	Scopus	Web of Science	Scopus	Web of Science
Año						
2005	1315	130	-	-	3	-
2006	1303	172	1	-	-	-
2007	1338	204	-	-	2	-
2008	1338	170	3	-	2	-
2009	1514	220	-	-	-	-
2010	1592	199	1	1	1	-
2011	1971	227	3	-	-	-
2012	2266	223	5	-	-	1
2013	2881	228	8	1	3	-
2014	3657	255	12	1	3	-
2015	4851	280	13		3	-
2016	5983	329	26	2	9	-
2017	6660	269	27	3	8	1

**Tabla 12 Publicaciones de procesos avanzados de oxidación de los últimos trece años hallados**

**en las bases de datos de Scopus (SC) y Web of Science (WS) (Gimenez, Esplugas, Malato, & Peral, 2019).**

Las tres principales razones por las cuales no hay mucho interés por parte de la comunidad científica en la determinación de costos de los procesos avanzados de oxidación son (Gimenez, Esplugas, Malato, & Peral, 2019):

- La limpieza del medio ambiente no genera beneficios económicos directos a corto plazo, desmotivando su posterior aplicación en un mercado que busca obtener ganancias.
- La persistencia de la larga crisis económica hace que se reduzcan los gastos destinados al cuidado ambiental.
- La mayoría de los estudios de procesos avanzados de oxidación son financiados con fondos públicos limitados.

Pese a ello, se puede encontrar dispersada en la literatura algunos ejemplos que ratifican la ambigüedad de cuánto vale ejecutar un tratamiento fotocatalítico a nivel laboratorio. Uno de ellos es un trabajo hecho por Kumar en 2011 sobre tecnologías de tratamientos químicos en el reciclaje de agua residual que la oxidación es una tecnología terciaria con un costo estimado de 0.1-2 USD/m<sup>3</sup>, el cual es un amplio rango que debe ser especificado mejor ( (Duran A. e., 2018) citando a (Kumar, 2011)). Por otro lado, se pueden encontrar costos específicos de degradación de fármacos a escala laboratorio dentro de los estudios citados de la tabla 11 (Duran A. e., 2018):

Características del Agua	Características del reactor	Condiciones	Eficiencia de remoción	Costos de operación	Referencia
10 mg/L de Anilina en agua desionizada	Reactor de tambor rotativo. TiO <sub>2</sub> recubierto en tubos de cuarzo. Volumen del reactor = 6L. Superficie recubierta = 1.13 m <sup>2</sup> . Lámparas artificiales utilizando paneles fotovoltaicos.	pH = 4  [H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] = 250 mg/L. [TiO <sub>2</sub> ] = 0,65 mg/cm <sup>2</sup> .	Remoción de anilina = 89.6% luego de 120 min (solar).	0,67 €/m <sup>3</sup>	(Duran, Monteagudo, San Martín, & Merino, 2018)
50 mg/L de Difenidramina en agua desionizada	Reactor CPC con TiO <sub>2</sub> suspendido. Volumen irradiado = 0,95 L. Superficie iluminada = 0,228 m <sup>2</sup> .	pH = 6.2 [H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] = 0 - 150 mg/L [TiO <sub>2</sub> ] = 0.4 g/L.	Remoción de TOC = 5.6% después de 60 min (con H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	14,889 mg TOC/ kWh.	(López, Marco, Giménez, & Esplugas, 2018)
0.1 - 10 mg/L de sulfametazina en agua residual sintética (preparada en laboratorio)	Reactor CPC con película de TiO <sub>2</sub> . Volumen irradiado = 22 L. Superficie iluminada = 2,25 m <sup>2</sup> . Lámpara UV-A ( $\lambda_{\max}$ = 356 nm)	pH = 7,25 [TiO <sub>2</sub> ] = No se especifica	Remoción TOC < 10% después de 120 min	406.63 kWh/g por reducción de TOC	(Babić, Zrnčić, Ljubas, Ćurković, & Škorić, 2015)
200 µg/L de acetaminofen, anipirina, bisfenol A y cafeína en muestras de efluente secundario de una planta de	Reactor CPC con TiO <sub>2</sub> suspendido. Volumen irradiado = 1,80 L. Superficie iluminada = 0,25 m <sup>2</sup> .	pH = 7 [TiO <sub>2</sub> ] = 200 mg/L	Remoción TOC = 20% después de 120 min	3,22 €/m <sup>3</sup>	(Quiñones, Álvarez, Fernando, & Beltrán, 2015)

tratamiento de aguas municipal					
50 mg/L de pentoxifilina en agua doblemente destilada	Reactor de lecho plano, perlas de Fe-TiO <sub>2</sub> compuestas (15 mm). Volumen de reactor = 5 L.	pH = 4 [H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] = 0,9 g/L [Fe] = 0,79 mg/L (lixiviado) [TiO <sub>2</sub> ] = 0,65 mg/cm <sup>2</sup> . Flujo = 0,8 L/min.	Remoción TOC = 91% después de 4 h.	903,16 \$/m <sup>3</sup>	(Bansal & Verma, 2018)

**Tabla 13 Costos de operación y condiciones experimentales de fotodegradación solar y**

**lámparas UV-A de fármacos en sistemas heterogéneos (Duran A. e., 2018)**

Para poder comparar los costos de los tratamientos fotocatalíticos frente a tratamientos convencionales es necesario tener algunos valores de referencia. Al igual que la fotocatalisis, los demás tratamientos de aguas tienen diferentes costos de acuerdo al tipo de dispositivos, ubicación, clima, contaminante y disponibilidad de insumos, entre otros factores; y por ello se considera que éstos valores son dinámicos. Puede encontrarse en la literatura técnica muchos casos de estudio que los documentan y son usados como referencias para otros estudios de la misma rama. Un ejemplo de ellos es la tesis doctoral “Investigación técnica y económica sobre desinfección de aguas residuales por sistemas de oxidación” donde se encuentra una recopilación bibliográfica de los costos de operación y mantenimiento por metro cúbico de agua tratado usando los procesos avanzados de oxidación (AOP) e hizo un promedio de esos valores, mostrados a continuación (Gordillo de Coss, 2013):

DESINFECTANTE	COSTO PROMEDIO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (€/m <sup>3</sup> )
Dióxido de cloro estabilizado	0,02
UV	0,0417
Ozono	0,0265
Peróxido	0,0061

**Tabla 14 Costos promedio de operación y mantenimiento de cuatro procesos avanzados de**

**oxidación (Gordillo de Coss, 2013)**

Empero, es muy importante saber frente a qué se está comparando la fotocatalisis, es decir, si la contraparte se asemeja en la mayoría de características principales con el proceso avanzado de oxidación que aquí se menciona. En este sentido, la fotocatalisis es comparable con los denominados tratamientos avanzados en la depuración de contaminantes de preocupación emergente (CECs en inglés). Los contaminantes de interés emergente y los compuestos endocrino-disruptivos generalmente se hallan a bajas concentraciones en ecosistemas acuáticos y aguas residuales. Los tratamientos convencionales secundarios (por ejemplo el proceso de lodos activados) y terciarios (como filtración y desinfección) en plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas (PTAR) no son efectivos en la eliminación de la mayoría de los CEC que ingresan a las PTAR ( (Rizzo, y otros, Consolidated vs new advanced treatment methods for the removal of contaminants of emerging concern from urban wastewater, 2019) citando a (Li & Zhang, 2011), (Rizzo, Fiorentino, Grassi, Attanasio, & Guida, 2015) y (Krzeminski, y otros, 2019)) y, como consecuencia, los efluentes de las PTAR se encuentran entre las principales fuentes antropogénicas de liberación de CEC al medio ambiente ( (Rizzo, y otros, Consolidated vs new advanced treatment methods for the removal of contaminants of emerging concern from urban wastewater, 2019) citando a (Petrie, Barden, & Kasprzyk-Hordern, 2015)).

Dentro del grupo de tratamientos avanzados se encuentran los tratamientos avanzados consolidados que son los procesos de ozonización, filtración de membranas y carbón activado; y los tratamientos que no han sido implementados intensivamente que son los procesos avanzados de oxidación (grupo al que pertenece la fotocatalisis) (Rizzo, y otros, Consolidated vs new advanced treatment methods for the removal of contaminants of emerging concern from urban wastewater, 2019). Éstos tratamientos compiten fuertemente entre sí porque cumplen con la función de eliminar los contaminantes que los tratamientos tradicionales no pueden; siendo los tratamientos avanzados consolidados aquellos que tienen mayor ventaja sobre los procesos avanzados de oxidación porque ya existen plantas de tratamiento en Europa que los utilizan a escala industrial que cuentan con la legislación, estudios de costos comparativos confiables y el respaldo técnico suficiente para ser usados en el procesamiento de volúmenes importantes de agua ( (Rizzo, y otros, Consolidated vs new advanced treatment methods for the removal of contaminants of emerging concern from

urban wastewater, 2019) citando a (Reungoat, Escher, Macova, & Keller, 2011)). Para obtener información más detallada de los costos obtenidos en este estudio por favor remitirse al artículo original (Rizzo, y otros, Consolidated vs new advanced treatment methods for the removal of contaminants of emerging concern from urban wastewater, 2019).

No obstante, la falta de suficientes investigaciones comparativas entre tratamientos avanzados de aguas consolidados (p.ej. adsorción y ozonización) y nuevos procesos (p.ej, nuevos procesos avanzados de oxidación), obstaculizan la posibilidad de evaluar concluyentemente las soluciones más adecuadas y rentables respecto a los tratamientos avanzados de aguas residuales urbanas. En cualquier caso, las limitaciones específicas del sitio (por ejemplo, disponibilidad de espacio y energía solar, costo de la electricidad) pueden llevar a conclusiones diferentes para dos sitios diferentes. Lo que es más importante, éstas investigaciones comparativas deben diseñarse y realizarse teniendo en cuenta diferentes puntos finales relevantes para una descarga o reutilización segura de efluentes, como la disminución de contaminantes de interés emergente (CEC en inglés), la toxicidad de efluentes, la inactivación de bacterias, la minimización o reducción de subproductos, el control de resistencia a antibióticos y el costo del tratamiento (Rizzo, y otros, Consolidated vs new advanced treatment methods for the removal of contaminants of emerging concern from urban wastewater, 2019).

## **2.5. Consideraciones para escalar industrialmente tratamientos fotocatalíticos de aguas:**

Para escalar un proceso avanzado de oxidación a nivel industrial, es necesario realizar una planificación adecuada, una cantidad reducida de experimentos finales y crear un criterio unificado de evaluación de costos que permita comparar entre estimaciones realizadas por los investigadores. Es por ello que en el texto denominado “Economic Assessment and Possible Industrial Application of a (Photo) catalytic Process: A case study” de (Gimenez, Esplugas, Malato, & Peral, 2019) se ha propuesto una metodología de evaluación económica teniendo como punto de referencia el proceso fotocatalítico de foto-fenton, que puede ser aplicado a cualquier proceso avanzado de oxidación:

- Costos de instalación: equipos, bombas, tuberías, válvulas, calibración, instrumentación y control, transporte de equipos, ingeniería civil, etc. Todos los ítems intrínsecos a la instalación, y la operación de la instalación, incluyendo los dispositivos externos o servicios, tales como plantas de generación de electricidad, hervidores, torres de enfriamiento, tanques de almacenamiento, laboratorios, oficinas, mantenimiento, servicios de emergencia, etc.
- Contingencia del proyecto: La diferencia entre el costo real final y el costo estimado, una diferencia que se debe a las incertidumbres iniciales del proyecto y que usualmente ascienden al 10%-20% del costo de la instalación, dependiendo de los detalles de diseño que sean recolectados.
- Proyecto de ingeniería: incluye el diseño del sistema, la integración en especificaciones existentes, compra de componentes, pagos de ingeniería, entrenamiento de operadores, etc. Representan un estimado del 50% de los costos de instalación sumado a las contingencias. A escala laboratorio, los costos de ingeniería se estiman en un 20% de los costos de instalación más contingencias.
- Costos de replazo: Se estiman usualmente como el 5% de los costos de instalación más las contingencias del proyecto.

La suma de estos cuatro conceptos es el costo total instalado, y con base en él se calcula el impacto económico anual de un proyecto de esta naturaleza. Dicho impacto considera la vida útil de la instalación, periodo de depreciación, intereses, impuestos, seguros, etc. Los costos operativos también deben ser calculados con base anual y consisten en: Trabajo, mantenimiento, electricidad y materiales y servicios. Estos costos adicionados a los costos anuales de instalación son los costos totales anuales.

Dentro de las apreciaciones de los autores hechas hacia la evaluación económica de este tipo de proyectos, se destacan las siguientes recomendaciones: conocer de antemano la configuración completa de los experimentos, buscar espacios multipropósito para reducir el lucro cesante, optimizar el uso tanto del espacio como de los equipos de análisis (cuyos costos son superiores a los costos de instalación) y ponderar el uso real de los dispositivos en porcentajes para incluirlos dentro de la ecuación global de costos. Naturalmente habrá que considerar los impuestos e intereses involucrados dentro de la inversión.

## CAPÍTULO III: PERSPECTIVAS DEL USO DE LA TECNOLOGIA DE FOTOCATALISIS HETEROGENEA CON DIOXIDO DE TITANIO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS DE COMODORO RIVADAVIA.

En aras de encontrar oportunidades de negocio y nuevas aplicaciones de la fotocatalisis heterogénea en casos reales de desinfección de aguas, en éste capítulo se explorarán los antecedentes del uso de la tecnología de fotocatalisis heterogénea en la desinfección de agua de lagos; se darán los resultados de un estudio de mercado cuyo objetivo es identificar si en un futuro sería viable implementar dicha tecnología en tratamientos de aguas de la ciudad de Comodoro Rivadavia teniendo en cuenta las actuales y nuevas oportunidades generadas por la tormenta del año 2017.

### 3.1. Aplicaciones potenciales de la fotocatalisis heterogénea en la desinfección de agua de lagos

#### 3.1.1 Características fisicoquímicas del Lago Musters

Del Lago Musters se extrae 1,5 m<sup>3</sup>/s de agua para abastecer a los habitantes de Colonia Sarmiento, Comodoro Rivadavia, Caleta Olivia y Rada Tilly; así como para el uso de las empresas petroleras de la provincia del Chubut. Las características fisicoquímicas del agua son mostradas en la tabla 15 (Scordo, 2018).

Análisis fisicoquímico del Lago Musters	
Parámetro	Valor
Sólidos en suspensión (mg L <sup>-1</sup> )	> 18,0
Conductividad eléctrica (µS cm <sup>-1</sup> )	431 ± 18
Salinidad (mg L <sup>-1</sup> )	278 ± 9
pH	8 ± 8
Oxígeno disuelto (mg L <sup>-1</sup> )	9,2 ± 0,5
Temperatura en Verano (°C)	17 ± 6,4
Temperatura en Otoño e Invierno (°C)	4,2 ± 0,8

Fosforo total ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )- Valor medio	10
Nitrógeno Total ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) - Valor medio	2700
Clorofila A ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	2,5

**Tabla 15 Caracterización fisicoquímica del lago Musters (Scordo, 2018)**

De los resultados del análisis se puede concluir que la concentración de sólidos disueltos en el lago es bajo, donde el 75% fueron de origen inorgánico y 25% de origen orgánico. La conductividad eléctrica y el contenido de sal son las más altas de toda la cuenca del Rio Senguer y están por debajo de los valores límites sugeridos para el agua de consumo humano ( $< 1000 \mu\text{S cm}^{-1}$ ; (Scordo, 2018) citando a (Código Alimentario Argentino, 2007) y (Organización Mundial de la Salud, 1996)). El valor del pH se encuentra dentro de los reportados como normales para lagos y ríos sin contaminación. Por último, el lago Musters es clasificado como un lago mesotrófico por su contenido intermedio de clorofila A (Scordo, 2018).

### **3.1.2. Antecedentes de uso de fotocatalisis heterogénea con dióxido de titanio en el tratamiento de lagos**

La materia natural orgánica (Natural Organic Material – NOM en inglés) está presente por lo regular en las aguas superficiales y subterráneas. Si bien no son tóxicas en sí mismas, la presencia de NOM afecta seriamente la calidad de abastecimiento de agua potable indirectamente porque es portadora de metales tóxicos y compuestos orgánicos hidrofóbicos o directamente por la inducción de modificaciones desagradables en las propiedades organolépticas de agua incluyendo color, olor y sabor ( (Sillanpää, Ncibi, & Matilainen, Advanced oxidation processes for the removal of natural organic matter from drinking water sources: A comprehensive review, 2018) citando a (Mohora, y otros, 2012) y (Sillanpää, Natural Organic Matter in Water 1st Edition - Characterization and treatment methods, 2015)). Así mismo colabora con la formación de subproductos de desinfección (Disinfection by-products – DBP en inglés) ( (Sillanpää, Ncibi, & Matilainen, Advanced oxidation processes for the removal of natural organic matter from drinking water sources: A comprehensive review, 2018) citando a (Bond, Templeton, Rifai, Ali, & Graham, 2014) y

(Zheng, Yang, Deng, Le, & Li, 2016)) ; y dichos subproductos tienen el potencial de transformarse en compuestos carcinógenos tales como los trihalometanos halogenados (THMs en inglés), ácidos haloacéticos (HAAs en inglés) haloacetnitrilos, halocetonas y tricloronitrometanos ( (Sillanpää, Ncibi, & Matilainen, Advanced oxidation processes for the removal of natural organic matter from drinking water sources: A comprehensive review, 2018) citando a (Bond, Goslan, Parsons, & Jefferson, 2012) y (Serrano, Montesinos, Cardador, Silva, & Gallego, 2015)). De igual manera otra problemática dentro de los tratamientos de agua donde se hallan compuestos naturales orgánicos, se generan contaminantes adicionales durante el uso de tratamientos convencionales tales como la formación de lodo en los procesos químicos de oxidación y coagulación ( (Sillanpää, Ncibi, & Matilainen, Advanced oxidation processes for the removal of natural organic matter from drinking water sources: A comprehensive review, 2018) citando a (Xu, y otros, 2016)); y estrechamiento de poros y obstrucción de los dispositivos de operación como es el caso de tecnologías basadas en membranas ( (Sillanpää, Ncibi, & Matilainen, Advanced oxidation processes for the removal of natural organic matter from drinking water sources: A comprehensive review, 2018) citando a (Cheng, y otros, 2017)).

Por éstas razones el desarrollo de procesos de remoción confiables es una materia importante de investigación y desarrollo con las cuales se habilitará la remediación (o al menos la mitigación) de los serios problemas directos e indirectos causados por la presencia de NOM en fuentes de agua para beber y sus compuestos tóxicos derivados generados por los tratamientos convencionales de desinfección (Sillanpää, Ncibi, & Matilainen, Advanced oxidation processes for the removal of natural organic matter from drinking water sources: A comprehensive review, 2018). Los procesos avanzados de oxidación no han sido materia ajena de estudio en el tratamiento de estos compuestos porque, como se ha explicado anteriormente, éstas técnicas avanzadas de desinfección de aguas han mostrado potencialidad promisoría en la remoción de contaminantes difíciles de eliminar con los métodos regulares.

En un estudio realizado en Croacia, se estimó que el costo operacional para la degradación fotocatalítica de NOM en un reactor de laboratorio es de US\$ 0.29/m<sup>3</sup> de agua cruda. El uso adicional de peróxido de hidrógeno (54 mg/L) aumentaría el costo de dicho

tratamiento en US\$ 0.24/m<sup>3</sup> de agua. Así, el costo operativo final del tratamiento solar combinando TiO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sería de US\$ 0.53/m<sup>3</sup> de agua, el cual es considerado un valor alto; teniendo como contraprestación la mineralización de la materia orgánica en un 25% (expresado en reducción de COD – Carbono Orgánico Disuelto (Sillanpää, Ncibi, & Matilainen, Advanced oxidation processes for the removal of natural organic matter from drinking water sources: A comprehensive review, 2018) citando a (Ljubas, 2005)).

En la tabla N° 16 se encuentra una selección del listado detallado de otros casos de estudio enfocados a la eliminación de materia orgánica natural:

Fotocatalisis (catalizador modificado/ luz visible o cercana)					
Compuestos orgánicos objetivo	Fuente de agua	Características de proceso fotocatalítico	Parámetros monitoreados	Resultados principales	Referencia
NOM	Muestras de la planta de tratamiento de aguas Plettenberg Bay (Cabo del Sur, Suráfrica)	TiO <sub>2</sub> modificado con Pd y dopado con N (5 g/L). Lámpara de Xenon 500 W.	Carbono orgánico disuelto (DOC en inglés), Absorbancia UV específica (SUVA en inglés) y turbiedad.	El codopaje redujo la banda de absorción de TiO <sub>2</sub> y cambió la frontera de absorción a la región de luz visible. Los efectos sinérgicos de N y Pd mejoraron la fotoactividad.	(Nkambule, Haarhoff, & Mamba, 2012)
Fotocatalisis (TiO <sub>2</sub> /UV)					
Compuestos orgánicos objetivo	Fuente de agua	Características de proceso fotocatalítico	Parámetros monitoreados	Resultados principales	Referencia
NOM	Dos superficies de agua: La reserva Myponga (Sur de Australia) y la presa Woronora (Nueva Gales del Sur)	TiO <sub>2</sub> marca Degussa suspendido (0,1 g/L) luz UV-A con longitud de onda máxima a 365 nm.	Carbono orgánico disuelto (DOC en inglés), UV <sub>254</sub> , Peso molecular aparente (AMW en inglés). Distribución de NOM, Formación potencial de trihalometanos (THMFP en inglés).	Reducción de UV <sub>254</sub> del 95% en 150 min y DOC del 85%. La distribución AMW cambio hacia compuestos de menor peso molecular con una fracción dominante hidrofílica. El tratamiento fotocatalítico redujo THMFP debajo de los niveles de referencia.	(Liu, y otros, 2010)
NOM	Agua superficial del lago Hohloh (Bosque negro, Alemania)	TiO <sub>2</sub> marca Degussa suspendido (0,5 g/L) rango UV (290 - 400 nm).	DOC	La presencia de Cu <sup>2+</sup> , Mn <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup> y Fe <sup>2+</sup> inhibieron la degradación fotocatalítica de NOM. Entre estos cationes, Cu <sup>2+</sup> tuvo el mayor impacto porque retrazó los cambios de tamaño moleculares en NOM y redujo la biodisponibilidad de los NOM parcialmente degradados.	(Espinoza, y otros, 2011)

**Tabla 16 Algunos estudios de laboratorio de fotocatalisis aplicado a la degradación de materia orgánica natural en lagos. Extraído y adaptado de (Sillanpää, Ncibi, & Matilainen, Advanced oxidation processes for the removal of natural organic**

Las elevadas propiedades oxidativas de los radicales HO• permitirían a los procesos avanzados de oxidación el logro de oxidación completa o mineralización de contaminantes orgánicos a temperaturas y presiones cercanas al ambiente. Sin embargo, para llegar a este nivel de degradación se requieren fuertes condiciones de oxidación (que implica mayor concentración de O<sub>3</sub> (ozono) o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (peróxido de hidrógeno)) y/o mayores periodos de irradiación; hechos que afectan directamente a los procesos avanzados de oxidación en las futuras aplicaciones a gran escala principalmente por razones económicas relacionadas con el costo de químicos y la necesidad frecuente de operaciones de mantenimiento (Sillanpää, Ncibi, & Matilainen, Advanced oxidation processes for the removal of natural organic matter from drinking water sources: A comprehensive review, 2018). Por consiguiente, para aplicaciones comerciales de agua potable, los procesos avanzados de oxidación (dentro del cual se encuentra la fotocatalisis heterogénea con TiO<sub>2</sub>) son aplicados generalmente bajo condiciones de oxidación bajas o moderadas; y en el caso de la materia orgánica natural los resultados que se obtienen son la oxidación parcial de los mismos y aquellas sustancias de mayor peso molecular se rompen en moléculas más pequeñas, tales como aldehídos y ácidos carboxílicos, las cuales son moléculas de mayor biodegradabilidad (Sillanpää, Ncibi, & Matilainen, Advanced oxidation processes for the removal of natural organic matter from drinking water sources: A comprehensive review, 2018) citando a (Kleiser & Frimmel, 2000), (Sarathi & Mohseny, 2009) y (Liu, Tang, Kim, & Korshin, 2015)). Por lo tanto, aun en condiciones de operación bajas a medianas, los procesos avanzados de oxidación son capaces de inducir modificaciones químicas a la materia orgánica natural dando como resultado en la disminución global de carbono orgánico total (TOC en inglés) y la formación potencial de subproductos de desinfección en las aguas tratadas (Sillanpää, Ncibi, & Matilainen, Advanced oxidation processes for the removal of natural organic matter from drinking water sources: A comprehensive review, 2018) citando a (Amirsardari, Yu, & Williams, 2000) y (Toor & Mohseni, 2007)).

Para establecer si el agua del Lago Musters es tratable con la fotocatalisis heterogénea con dióxido de titanio, se requiere de una caracterización fisicoquímica más precisa para determinar las fracciones hidrofóbicas, fracciones hidrofílicas y otros compuestos que pudieran interactuar negativamente con los radicales químicos generados durante el proceso

fotocatalítico. Así mismo, sólo se podría tratar una porción del caudal del agua extraída del lago debido a los altos costos que se generarían por el constante mantenimiento del reactor y la alta cantidad de insumos químicos que se requerirían para proporcionar las condiciones ideales en el proceso.

### **3.2 Aplicaciones potenciales de la fotocatalisis heterogénea dentro de la ciudad de Comodoro Rivadavia**

De acuerdo a lo expuesto en la introducción del presente trabajo; se observa la necesidad de tratar el agua desde dos aristas: por un lado, el hecho de verter las aguas cloacales sin tratar al mar supone un gran peligro para las especies marinas, el ecosistema y para las personas que, aún con los anuncios de advertencia, optan por bañarse en las aguas contaminadas. Por otra parte, la sensación de inseguridad que tiene la población respecto a la calidad del agua que llega a sus casas, los incidentes aislados de contaminación bacteriana de agua dentro del acueducto y las denuncias realizadas por el SITOS sobre el mal funcionamiento del sistema de cloración son aspectos que abren oportunidades de estudiar y proponer alternativas tecnológicas que puedan mitigar las consecuencias negativas de exponer a la población a agua de potencialmente dudosa calidad. Por último, la descentralización del tratamiento de aguas es una idea que ha sido considerada por especialistas de la ciudad para tratar aguas residuales in situ. En éste apartado se exploran las aplicaciones potenciales de procesos de fotocatalisis heterogénea con  $\text{TiO}_2$  en la planta de tratamiento de aguas de la Sociedad Cooperativa de Comodoro Rivadavia tratamientos fotocatalíticos de aguas que utilicen dióxido de titanio, la posibilidad de tratar aguas residuales para convertirlas en agua utilizable en actividades de riego, paisajísticas y recreacionales.

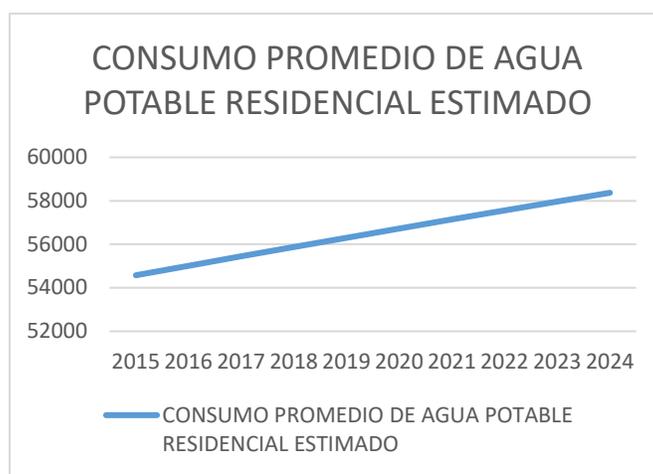
#### **3.2.1 Cuantificación y costeo aproximado de tratamiento de agua en Comodoro Rivadavia**

A continuación, se cuantificará la oferta y demanda de agua de la ciudad patagónica y los costos asociados al tratamiento. Para recolectar la información de la oferta y la demanda

de agua en la ciudad de Comodoro Rivadavia, se recurrieron a las siguientes fuentes de información: Biblioteca de Recursos Hídricos de la República Argentina, Biblioteca Central de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco de Comodoro Rivadavia, Subsecretaría de Ambiente de Comodoro Rivadavia, Sociedad Cooperativa de Comodoro Rivadavia, documentación del Consejo Federal de Inversiones de la República Argentina y entrevista de televisión a Víctor Santana (Gerente de la Sociedad Cooperativa de Comodoro Rivadavia).

### 3.2.1.1. Demanda y Oferta de agua:

La demanda de Comodoro Rivadavia en una población total proyectada de 202352 habitantes para el año 2017, el consumo proyectado de agua potable residencial estimado es de 55444 m<sup>3</sup>/día, y la dotación promedio de consumo de agua potable de diseño es de 274 L/habitante-día (Consejo Federal de Inversiones, 2015):



**Figura 9 Consumo promedio proyectado de agua potable residencial (Consejo Federal de Inversiones, 2015)**

Según la Organización Mundial de la Salud, la cantidad mínima diaria de agua requerida para promover la buena salud es de 55 L/persona, donde el consumo óptimo es de 100 L/persona. En relación al uso doméstico, se pueden encontrar tres destinos del agua: para consumo humano (beber y cocinar), para higiene (incluyendo las necesidades básicas de limpieza personal y del hogar) y para servicio (lavado de autos, riesgo de césped)

(Organización Mundial de la Salud, 2003). Cabe destacar que en Comodoro Rivadavia se le dan los tres usos aquí identificados y que el consumo diario de agua supera a la cantidad óptima estimada por la OMS. En los últimos años, el consumo del agua ha aumentado por la explosión demográfica in situ y por el aumento de temperaturas ocasionados por el verano, causando inconvenientes en el abastecimiento general (Santana, 2016).

La oferta de agua potable en Comodoro Rivadavia se halla en la capacidad de producción del Acueducto Jorge Carstens. Según último reporte de Víctor Santana entre el acueducto viejo y el acueducto nuevo se producen aproximadamente 110.000 m<sup>3</sup>/día, de los cuales se hace entrega de 90000 m<sup>3</sup>/día a Comodoro Rivadavia, 11000 m<sup>3</sup>/día a Caleta Olivia (Santa Cruz) y 4000 m<sup>3</sup>/día a Rada Tilly; teniendo 56000 usuarios registrados. La producción de agua es la misma de hace más de 20 años y por ello se busca financiamiento para ampliar la infraestructura de agua y cloacas (Santana, 2016).

### 3.2.1.2. Precio de venta al consumidor final de agua:

De acuerdo al cuadro tarifario de agua medida aplicable a facturas de consumidor final desde 01/07/2017, el cargo fijo cobrado al consumidor final para 30 m<sup>3</sup> del agua medida residencial fue de \$181.85; y el importe variable de consumo en m<sup>3</sup> fue dividido así (Sociedad Cooperativa de Comodoro Rivadavia, 2017):

Rango de consumo (m <sup>3</sup> )	Importe (ARS)
0 - 30	6,0619
30,01 – 75	6,0619
Mayor a 75,01	9,5597

**Tabla 17 Cuadro tarifario aplicado al agua residencial (Sociedad Cooperativa de Comodoro**

**Rivadavia, 2017).**

### 3.2.1.3. Costo de transformación de agua cruda a agua tratada:

La Honorable Legislatura del Chubut dictamina la ley provincial N° 545 del 06/01/2014; donde se celebra el contrato de concesión del servicio público de abastecimiento de agua potable a las ciudades de Comodoro Rivadavia, Sarmiento, Rada Tilly y zonas

aledañas por un periodo de treinta (30) años. En el anexo A de dicho contrato se estableció el cuadro tarifario y la estructura de costos por block de agua que la provincia del Chubut le cobra a la SCPL entregado en las reservas del Puesto La Mata de la ciudad de Comodoro Rivadavia (Honorable Legislatura del Chubut, 2014):

Usuario	Tarifa \$/m <sup>3</sup>
Comodoro Rivadavia, Rada Tilly, Diadema Argentina	\$ 1,99/m <sup>3</sup>
Caleta Olivia	\$ 2,494/m <sup>3</sup>
Sarmiento	\$0,997/m <sup>3</sup>
Usuario Industrial	\$ 19,94/m <sup>3</sup>
Usuarios menores en ruta	\$ 1,994/m <sup>3</sup>

**Tabla 18 Cuadro tarifario de metro cubico de agua por tipo de usuario (Honorable Legislatura del Chubut, 2014)**

Concepto	Valor	Porcentaje
Mano de obra directa	1,01	50,66%
Mano de obra indirecta	0,19	9,53%
Otros gastos de personal	0,02	1,00%
Mantenimiento preventivo y correctivo	0,206	10,33%
Mat p/trat y potabilización	0,087	4,36%
Flete y acarreo	0,004	0,20%
Comb y lub automotores	0,005	0,25%
Seg inc. y resp. civil	0,0018	0,09%
Gastos generales	0,01	5,02%
Servidumbre	0,014	0,70%
Canon	0,01	0,50%
Otros gastos áreas com.	0,13	6,52%
Vehículos	0,056	2,81%
Imprevisión	0,16	8,02%
<b>TOTAL</b>	<b>1,994</b>	<b>99,99%</b>

**Tabla 19 Estructura de costos por block de agua de la Provincia del Chubut cobrada a la SCPL (Honorable Legislatura del Chubut, 2014)**

Dentro de los compromisos adquiridos por la provincia, está el de garantizarle a la cooperativa un precio que se ajuste a su ecuación económico-financiera y hacer el ajuste de la tarifa de acuerdo a la revisión de precios que se realice. El diario ADN SUR en su artículo “Agua: discutir tarifas con una evaluación real de cada costo” especula con el costo de \$10 por m<sup>3</sup> antes de impulsión, potabilización y posterior distribución (ADN SUR, 2016).

Pese a existir una estructura de costos, establecer el valor real de potabilización de agua no es tarea sencilla porque no hay una manera adecuado para ello. Tal es el caso de el “Procedimiento para la adecuación tarifaria de los servicios públicos de energía eléctrica, alumbrado público y distribución de agua y cloacas” plasmado en la Ordenanza 6050-2/17; en donde no hay una actualización automática de las tarifas a cobrar, o dicho de otro modo; brillan por su ausencia indicadores numéricos compuestos determinados y reglamentados que permita al Honorable Consejo Deliberante adecuar tarifas mediante un proceso regido por éstos indicadores; dándole a la SCPL y al Ente de Control de Servicios Públicos - EnCoSeP la potestad de determinar los cuadros tarifarios y adecuaciones mediante un análisis de los costos (Tribunal de cuentas municipal de Comodoro Rivadavia, 2019).

### **3.2.2 Aplicación potencial de la fotocátalisis con TiO<sub>2</sub> en la desinfección de agua de la planta de tratamiento de aguas de la Sociedad Cooperativa de Comodoro Rivadavia**

En la planta de tratamiento de aguas administrada por la Sociedad Cooperativa de Comodoro Rivadavia se utiliza el cloro caseoso para eliminar los microorganismos del líquido antes de ingresar a los tanques de almacenamiento de agua potable. El uso de cloro en los tratamientos de aguas no es ventajoso porque es un método de uso intensivo de químicos y puede reaccionar con materiales orgánicos cuyos productos son compuestos cancerígenos ( (Horikoshi & Serpone, 2020) citando a (Blake, y otros, 2008)). Además no es efectivo en el tratamiento de aguas que contengan determinados virus y bacterias resistentes a la desinfección de cloro como lo son la *Legionella*, *Cryptosporidium* y *Giardia lamblia* ( (Horikoshi & Serpone, 2020) citando a (Regli, 1992)).

Los procesos de fotocatalisis con TiO<sub>2</sub> bajo la incidencia de radiación ultravioleta ha demostrado ser muy eficaces en la inactivación de los microorganismos (incluyendo bacterias) tales como *E.Coli* ( (Horikoshi & Serpone, 2020) citando a (A.T. Cooper, 1998)), *L. acidophilus* ( (Horikoshi & Serpone, 2020) citando a (Matsunaga, Tomoda, Nakajima, & Wake, 1985)) , *Serratia domonas stutzeri* ( (Horikoshi & Serpone, 2020) citando a (Biguzzi & Shama, 1994)), *Bacillus pumilus* ( (Horikoshi & Serpone, 2020) citando a (Pham, McDowell, & Wilkins, 1994)), *Poliovirus I* ( (Horikoshi & Serpone, 2020) citando a (Watts, Kong, Orr, Miller, & Henry, 1995)), *Cryptosporidium parvum* ( (Horikoshi & Serpone, 2020) citando a (Ryu, Gerrity, Crittenden, & Abbaszadegan, 2008)) y *Giardia intestinalis* ( (Horikoshi & Serpone, 2020) citando a (Sökmen, Değerli, & Aslan, 2008)).

Teniendo en cuenta éste antecedente, se podría realizar un estudio de prefactibilidad de sustitución total o parcial del cloro como desinfectante en la planta de tratamiento para no correr los riesgos potenciales del consumo de agua con moléculas dañinas para el organismo humano.

### **3.2.3. Aplicación de la fotocatalisis con TiO<sub>2</sub> en tratamiento de aguas residuales para reuso**

En Comodoro Rivadavia, las aguas residuales provenientes de distintos orígenes son vertidas directa o indirectamente en el mar sin tratamiento previo alguno, a pesar de existir avances en la gestión de estos líquidos. Los vertidos llevados a la costa han estropeado el uso de las playas de los barrios de Stella Maris, General Mosconi, Presidente Ortiz, Don Bosco y Restinga Ali (sólo por nombrar algunas), y son un peligro potencial de contaminación para aquellos que frecuentan éstas playas para realizar distintos tipos de actividades como la pesca, natación y recreación en general (Mazon, 2010). En noviembre de 2013 se estimó que la producción de efluentes cloacales tan sólo en la zona de los kilómetros 3, 5 y 8 son de aproximadamente 20000 m<sup>3</sup>/día, ocasionando que los potenciales bañistas puedan contraer enfermedades relacionadas con afecciones en la piel y parásitos (Derlich, 2015). Hay otro foco de contaminación que son los zanjones naturales de desagüe pluvial donde son vertidos los desechos en barrios aislados de la costa (Mazon, 2010). La prestación del servicio de

depuración de los desechos cloacales solo procesa entre el 2% y 4%, y el resto es volcado en crudo al mar causando una exposición riesgosa a la población, causando pasivos ambientales y ocasionando contingencias legales a la Cooperativa (Tribunal de cuentas municipal de Comodoro Rivadavia, 2019).



**Figura 10 Comodoro Rivadavia: Desagües cloacales en la playa de Km 3 (Derlich, 2015)**

No hay que perder de vista que el problema fundamental sigue siendo el saneamiento integral de la costa de la ciudad, eliminando todos los efluentes que se derraman en la orilla del mar y otros cauces para derivarlos mediante conducciones adecuadas a plantas de tratamiento; esto con el propósito de generar agua tratada que pueda ser usada para riego forestal y verter el volumen excedente al mar o a desagües naturales sin originar focos de contaminación (Mazon, 2010). La MCR y la SCPL hicieron un estudio a partir del cual construyeron obras que están compuestas de plantas depuradoras cloacales, instalaciones de bombeo, tendido de cañerías de impulsión, cañerías de gravedad y el eventual acondicionamiento de redes colectoras existentes, con el fin de adecuarlas a obras nuevas (Mazon, 2010). Adicionalmente, en el año 2015 el Consejo Federal de Inversiones (CFI) realizó un estudio denominado “Sistemas Primarios cloacales y emisarios submarinos de descarga zona norte y sur de la ciudad de Comodoro Rivadavia, provincia del Chubut”; donde como lineamiento general para encontrar una solución a las problemáticas vinculadas con el sistema cloacal de la ciudad, proponen eliminar todos los puntos de descarga de efluentes cloacales derramados actualmente en forma directa en la costa marina y otros cauces,

derivándolos mediante conducciones adecuadas a estaciones de bombeo y de allí a plantas de tratamiento (Consejo Federal de Inversiones, 2015).

Los efectos de la tormenta que hubo en Comodoro Rivadavia en Abril de 2017 tuvieron consecuencias devastadoras en toda la infraestructura de la ciudad; hecho que ha conducido a la reconsideración de la gestión de aguas residuales y nuevas formas de provisión de agua potable. El mayor desafío para los actores involucrados (usuarios del agua, los tomadores de decisión y la sociedad), es encontrar formas efectivas de aprovechamiento de los recursos hídricos de manera que se puedan alcanzar las metas sociales y económicas ideales (sociedad justa, viabilidad económica y seguridad hacia el medio ambiente) mediante una gestión integrada y sustentable, superando los problemas que surgen de su manejo tradicionalmente sectorial y fragmentado; apuntando a soluciones no convencionales tales como los sistemas descentralizados de tratamientos y no solamente al acceso al agua potable sino también a pensar en la posibilidad de obtener agua de excelente calidad que no tenga efectos adversos a la salud y ese espacio viene a ser llenado con el reuso y la reutilización del agua (Raimundo, Mendez, & Argüello, 2019). Precisamente se plantea la implementación de sistemas descentralizados de aguas residuales para pequeños grupos de viviendas, medianos emprendimientos y barrios de acuerdo a una configuración específica; esto para lograr menos costos de inversión y de operación respecto a los que evidencian las plantas de tratamiento centralizadas (Raimundo, Mendez, & Argüello, 2019). En la aplicación potencial de reutilización de aguas residuales para riego, el muestreo y los análisis fisicoquímicos realizados en el Colector Cloacal Zona Norte mostraron resultados alentadores por cuanto el agua residual, previa su adecuación mediante la implementación de un sistema de gestión descentralizado de tratamiento permitiría su reúso como agua para riego en emprendimientos productivos agrícolas y forestal (Raimundo, Mendez, & Argüello, 2019).

En éste contexto, las aguas residuales son también una oportunidad de aplicación de la fotocatalisis con  $TiO_2$ , porque la viabilidad de degradación de compuestos orgánicos usando éste método ha sido demostrado desde la década de 1960. Desde entonces, la investigación en el uso de  $TiO_2$  para la foto-oxidación de compuestos orgánicos para la remoción de compuestos orgánicos, inorgánicos y la desinfección de aguas ha sido un

testimonio de considerable actividad en las investigaciones sobre este tema (Horikoshi & Serpone, 2020). Tan sólo para citar algunos ejemplos, se muestran a continuación plantas de tratamiento solares con TiO<sub>2</sub> a escala piloto y plantas de demostración:

Tipo de reactor	Agua tratada	Contaminante	Volumen tratado	Referencia
Película delgada en lecho fijo	Agua residual textil	TOC	1000 L	(Bouseimi, Geissen, & Schroeder, 2004)
DSSR	Agua industrial biológicamente pre-tratada	TOC	500 L	(Dillert, Vollmer, Gross, Schober, & Bahnemann, 1999)
Tanque abierto	Agua residual de actividades petroleras	Aceite, fenol y amoniaco	4000 L	(Hendarsa, Hermansyah, & Slamet, 2013)

**Tabla 20 Algunos tratamientos de aguas residuales utilizando fotorreactores (Horikoshi &**

**Serpone, 2020)**

Teniendo en cuenta éstos antecedentes, se observó que existe la posibilidad de crear un proyecto de viabilidad técnico-económica de aplicación de tratamientos fotocatalíticos de desinfección de aguas en plantas descentralizadas entre la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, la Subsecretaría de Ambiente de la Municipalidad de Comodoro Rivadavia y la Sociedad Cooperativa de Comodoro Rivadavia; esto aprovechando la oportunidad detectada en el estudio de (Raimundo, Mendez, & Argüello, 2019).

### **3.3. Encuestas de sondeo de conocimiento de Fotocatálisis en Comodoro Rivadavia**

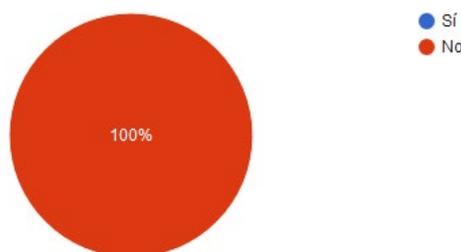
Para hacer un sondeo en el mercado local de las posibilidades de llevar ésta tecnología en la ciudad, se hicieron encuestas para determinar si en Comodoro Rivadavia se tiene algún conocimiento de su existencia; teniendo en cuenta las aplicaciones potenciales anteriormente mencionadas. Las encuestas por internet se definen como un cuestionario auto-administrado emplazado en un sitio web. Como ventajas tiene que es veloz y rentable, el usuario solo debe

navegar en el sitio web para participar y permite preguntas de tipo confidencial y delicado. Como principal desventaja tiene que no representa al total de la población; en particular aquella población que no dispone de conexión a Internet o no está familiarizada con el ordenador y las nuevas tecnologías (Martínez C., 2011). Por practicidad y costos muy bajos se eligió hacer este tipo de encuesta para relevar la información requerida en este trabajo.

Se enviaron cinco encuestas a funcionarios de la SCPL y MCR. Las primeras 5 preguntas están enfocadas en saber si el proceso de fotocátalisis aplicado a desinfección de aguas es conocido a nivel institucional en Comodoro Rivadavia, el grado de importancia de estos tratamientos y si las instituciones estarían abiertas a recibir ofertas de este tipo de tecnologías. Las últimas 5 preguntas se enfocan en el conocimiento general de las funciones de la Subsecretaría de Medio Ambiente y de la participación de la población en las decisiones relacionadas con el agua. De las 5 encuestas, solo se recibieron dos respuestas por parte de la Subsecretaría de Medio Ambiente de la Municipalidad de Comodoro Rivadavia. A continuación, se muestran las preguntas y los resultados:

1. ¿Tiene usted conocimiento de lo que significa la fotocátalisis heterogénea aplicada a la desinfección de aguas?

2 respuestas



**Figura 11 Respuestas de la primera pregunta de la encuesta de sondeo de mercado**

En la pregunta 1 se desea detectar si el encuestado se encuentra familiarizado con el término de fotocátalisis y su aplicación en la desinfección de aguas.

2.¿Algún proveedor de tratamientos de aguas radicado en Comodoro Rivadavia le ha ofrecido a su institución un tratamiento de desinfección de agua que utilice Dióxido de Titanio y luz solar?

2 respuestas

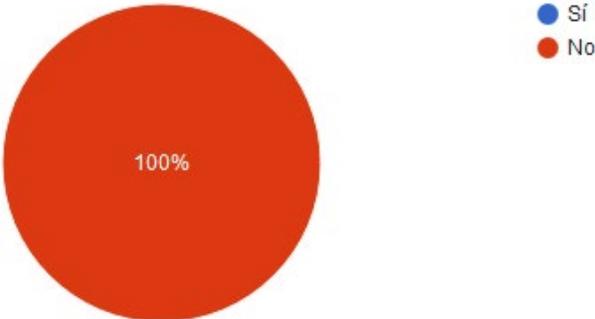


Figura 12 Respuestas de la segunda pregunta de la encuesta de sondeo de mercado

En la pregunta 2 se quiere saber si los encuestados tienen conocimiento de la existencia de proveedores que tengan dentro de su portafolio la tecnología investigada.

3.¿Estaría su institución abierta a recibir ofertas de tecnologías no convencionales que podrían proporcionar mayor eficiencia y valor agregado a la etapa de desinfección de la planta de tratamiento de aguas para consumo humano en Comodoro Rivadavia?

2 respuestas

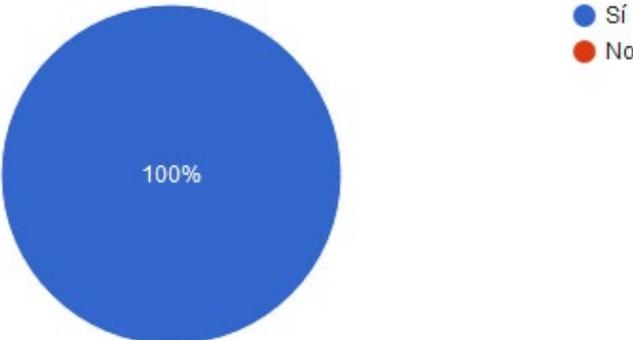
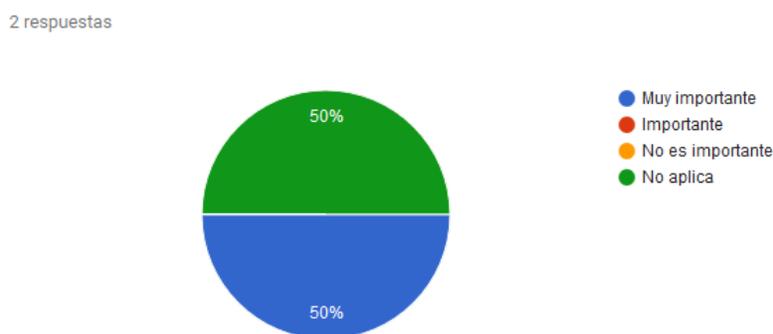


Figura 13 Respuestas de tercera pregunta de encuesta de sondeo de mercado

En la pregunta 3 se busca saber si existe algún interés potencial por parte de la institución encuestada en conocer la tecnología investigada.

4. En caso de saber qué es la fotocatalisis aplicada a la desinfección de aguas, ¿Qué valor de importancia le daría a aplicar éste tipo de tratamientos en la planta de potabilización de aguas de Comodoro Rivadavia?

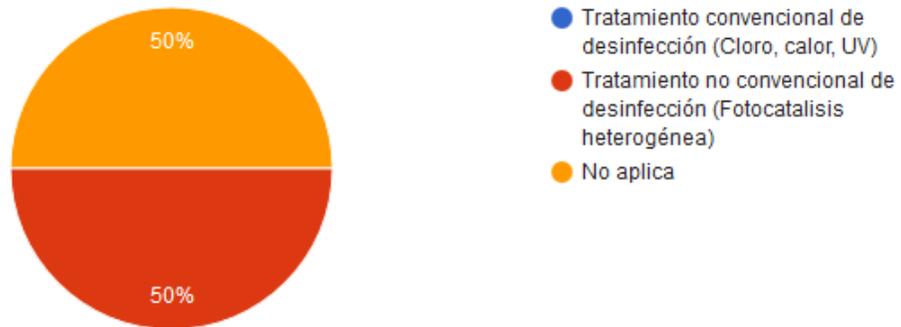


**Figura 14** Respuestas a cuarta pregunta de la encuesta de sondeo de mercado

La pregunta 4 es condicional a la primera. Si el encuestado conoce el termino, se le preguntaría cual es el grado de importancia que le daría a la misma. Una persona menciona que no conoce esta tecnología y sin embargo piensa que es “muy importante” aplicar este tipo de tratamientos en la ciudad. Quizás no tuvo una buena comprensión de lo que se le estaba preguntando.

5. En caso de saber qué es la fotocatalisis aplicada a la desinfección de aguas, ¿Cuál de las siguientes alternativas preferiría su institución tener en la planta de tratamiento de aguas actual?

2 respuestas



**Figura 15** Respuestas de quinta pregunta de la encuesta de sondeo de mercado

La pregunta 5 es condicional a la primera. Si el encuestado conoce el termino, se le preguntaría cual es el grado de importancia que le daría a la misma. Una persona menciona que no conoce esta tecnología y sin embargo piensa que es su institución preferiría aplicar este tipo de tratamientos en la ciudad. Quizás no tuvo una buena comprensión de lo que se le estaba preguntando.

6.¿Cuáles podrían ser las razones generales por las que la población comodorenses piensa que la calidad del agua residencial no es buena?

2 respuestas

- Falta de confianza en el prestatario de los servicios públicos, lo que genera desconfianza en la información que se brinda.
- Los cortes frecuentes ..roturas de cañerías .tanques de reserva contaminados por efectos de los vientos..probable existencia de cenizas volcanicas

**Figura 16** Respuestas de la sexta pregunta de la encuesta de sondeo de mercado

En la pregunta 6 se quiso saber los motivos por los que la población desconfía del agua potable, bajo la mirada de las instituciones. En una respuesta se expresa que se desconfía

del prestatario del servicio público, y en otra respuesta se mencionan “cortes frecuentes, rupturas de cañerías, tanques de reservas contaminados por efectos de los vientos, probable existencia de cenizas volcánicas”

7.¿Cuáles serían las acciones que podrían realizar las entidades encargadas de administrar y procesar el recurso hídrico para poder darle a la población la confiabilidad sobre la calidad del agua para uso residencial es buena?

2 respuestas

Mayor difusión de las tareas realizadas y es mi opinión que se debería divulgar por ejemplo mediante la página de Internet de la prestadora, los análisis de calidad de agua realizados, (esto se realiza en algunas provincias)

Realizar acciones que garanticen la salud del agua que llega al hogar ..creo que el uso del cloro no es la mejor opción y se debería generar una política clara del uso y administración adecuada de un recurso tan importante como lo es el agua

**Figura 17 Respuestas de séptima pregunta de la encuesta de sondeo de mercado**

En la pregunta 7 se quiso saber de qué manera la población podría cambiar su mala percepción de la calidad del agua potable.

8.Por favor describa cuáles son y de qué manera se abordan los principales retos en el cumplimiento de la normativa vigente aplicable al agua para consumo humano dentro de la Subsecretaría de Ambiente.

2 respuestas

- \*Fiscalizamos y/o realizamos las tomas de muestras de agua dentro y fuera del ejido.
- \*Realizamos el seguimiento y evaluación de la evolución de la calidad de agua tanto de las fuentes como del agua distribuida.
- \* Ante desvíos encontrados trabajamos en coordinación con la prestadora del servicio público para lograr las adecuaciones necesarias.
- \*Se elabora y/o revisa la normativa aplicable.

No las conozco

**Figura 18 Respuestas de la octava pregunta de la encuesta de sondeo de mercado**

En ésta pregunta se quiso saber cómo actúa la subsecretaria de medio ambiente ante las anomalías que se reporten en la calidad del agua.

9.¿Se reciben en la Subsecretaría de Medio Ambiente denuncias de mala calidad del agua? Por favor explique.

2 respuestas

Parte de las funciones de la subsecretaria de Ambiente es la fiscalización y control de la calidad del agua distribuida para consumo humano. Estas tareas específicas la lleva a cabo el laboratorio de agua, quienes son los encargados de realizar los muestreos y su posterior análisis. Por lo tanto se atienden denuncias y reclamos referidas a la calidad del agua.

No se..ya que pertenezco a otro.sector.publicamente si se ha cuestionado la contaminación del agua de mar de toda la ciudad..es muy vergonzoso he inapropiado el abandono del estado en el cuidado que debería haber para el tratamiento de aguas servidas o tóxicas vertidas en el mar..que por evaporación contaminan si o si

**Figura 19 Respuestas de la novena pregunta de encuesta de sondeo de mercado**

En ésta pregunta se quiso saber si la población se comunica con las entidades competentes para atender a sus peticiones respecto al agua.

10. ¿La Subsecretaria de Medio Ambiente tiene programas educativos que prevengan a la población comodorense acerca de las consecuencias de consumir agua que no esté en buenas condiciones? Por favor explique.

2 respuestas

La Subsecretaria de Ambiente cuenta con un área de Educación Ambiental, quienes realizan charlas educativas referidas a temáticas relacionadas al ambiente. Respecto al agua se enfocan en el cuidado de la misma y no tanto a cuestiones de salud.

Existe una Secretaría de Salud en el municipio, que realiza campañas de concientización pero desconozco las temáticas que llevan a cabo.

Creo que existen pero no son suficientes..

**Figura 20 Respuestas a décima pregunta de encuesta de sondeo de mercado**

Los resultados de las encuestas muestran que la población muestreada desconoce lo que es la fotocátalisis aplicada a la desinfección de aguas y que ningún proveedor local ha ofrecido este tipo de tecnología a la Subsecretaria de Medio Ambiente (uno de los jugadores clave en la toma de decisiones de la ciudad). También muestran que las personas encuestadas estarían interesadas en conocer de qué se trata la fotocátalisis heterogénea aplicada a tratamientos de aguas. Las preguntas 4 y 5 estaban condicionadas al conocimiento o no de la tecnología, por lo cual las respuestas obtenidas no podrían ser tenidas en cuenta por ser especulativas. Desde la pregunta 6 a la pregunta 10 se buscó establecer la situación general del servicio de agua potable en la ciudad. La pregunta 6 muestra como resultado que la población no confía en la información brindada sobre la calidad del agua como consecuencia de la pérdida de credibilidad en el prestatario del servicio público. Las respuestas de la pregunta 7 expresa la necesidad de mayor difusión de la vigilancia de la calidad del agua y de los resultados de los análisis de aguas tratadas; así como generar políticas que garanticen la salubridad del agua. Las respuestas de la pregunta 8 muestra que se hacen actividades de muestreo del agua, vigilancia de la calidad del agua desde el inicio hasta el final del recorrido del acueducto y se revisan periódicamente las normativas para determinar si es necesario crear o no nuevos lineamientos. Las respuestas de la pregunta 9 revelan la recepción de denuncias de la calidad del agua y el vertimiento de agua cloacal en las playas. La pregunta 10 muestra como resultado importante que la Secretaría de Salud local debería involucrarse en campañas preventivas dirigidas a la población que consume agua.

### **3.4 Entrevistas realizadas a algunos funcionarios de la SCPL y de la Subsecretaria de Medio Ambiente de la MCR**

Un reto que enfrentan tanto la ciudad de Comodoro Rivadavia como cualquier población con dificultades para gestionar adecuadamente el agua es la financiación de la ejecución de los proyectos de agua y saneamiento. Esto sucede porque existen varios actores involucrados en la gestión económico-financiera de los proyectos que inciden en la decisión final; a su vez porque al hacer parte de las agendas gubernamentales es susceptible a cambios formulados por los dirigentes de paso y adicionalmente porque los tiempos de desembolso de dinero por parte del Estado o entidades responsables son extremadamente extensos.

Esto pudo observarse en las entrevistas que se hicieron en la Municipalidad de Comodoro Rivadavia y la Sociedad Cooperativa de Comodoro Rivadavia; donde los funcionarios manifestaron en ambas organizaciones y por separado que los recursos económicos tardan demasiado en llegar a las arcas de dichas instituciones. En primera instancia, una funcionaria de la Municipalidad de Comodoro Rivadavia manifestó que desde el año 1999 se ha trabajado en el plan maestro denominado “Sistemas primarios cloacales y emisarios submarinos de descarga de la Zona Norte y Zona Sur de la ciudad de Comodoro Rivadavia” con las consultoras correspondientes. Posteriormente en el año 2015 se hizo una nueva consultoría para complementar los estudios realizados en años anteriores en conjunto con el Consejo Federal de Inversiones. A la fecha no se ha podido implementar debido a que no han llegado las inversiones necesarias por parte del Estado; pese a la buena voluntad y esfuerzos de la Municipalidad de Comodoro Rivadavia para llevar a cabo el proyecto. Es importante destacar que, de acuerdo a la funcionaria de la Municipalidad, ésta organización se hace cargo de la administración de las redes cloacales únicamente e indicó que la Sociedad Cooperativa de Comodoro Rivadavia además de administrar los servicios públicos de alumbrado y alcantarillado también se ocupa de la gestión y administración del agua para consumo humano. Por otro lado, en una breve entrevista con un funcionario de la Sociedad Cooperativa de Comodoro Rivadavia se reafirmó que no es tarea sencilla renovar las redes de distribución de aguas debido al mismo problema: falta de recursos económicos. Así mismo se supo que respecto a la facturación del servicio de agua, ésta es cobrada por bloques, que existen casas donde no hay medidores de consumo de agua y esto ocasiona inconsistencias en los cobros, que el líquido procesado en las plantas de tratamiento de aguas no es separado de acuerdo a su uso y se emplea indiscriminadamente para la actividad industrial, comercial y residencial, que el uso del agua por parte de las empresas extractoras de petróleo y sus servicios adjuntos es en parte la razón por la cual se escasea el líquido para consumo humano y que el remplazo o reparación de las tuberías de transporte de agua serían tareas difíciles porque habría que detener por mucho tiempo el flujo de agua. De esta entrevista se pudo deducir que al no haber separación entre el agua destinada al consumo humano y aquella para uso industrial podrían ser también una fuente de contaminación.

### **3.5 Intento de Relevamiento de información en otras fuentes**

Se buscó la dirección física de las oficinas del Sindicato de Trabajadores de Obras Sanitarias Región Sur (SITOS) y no se pudo encontrar dicho lugar; se contactó telefónicamente y por correo electrónico a funcionarios del sindicato de trabajadores de obras sanitarias región sur (SITOS) y no se obtuvo ninguna respuesta positiva a la solicitud de datos que pudieran comprobar los niveles de contaminación de las aguas en las redes de distribución de agua potable. Se consultó la biblioteca de Recursos Hídricos de la República Argentina ubicada en San Martín 322 para encontrar planos de las plantas de tratamientos de aguas del acueducto viejo y nuevo del Lago Musters con el propósito de hacer un diseño preliminar de un reactor potabilizador de agua y no se halló ningún documento. Se les solicitó vía email a funcionarios de la SCPL dichos planos para ser usados con propósitos académicos y no hubo respuesta por parte de la institución.

Se hizo por último una corta entrevista anónima con un médico de la guardia del Hospital Español de Comodoro Rivadavia cuyo objetivo era indagar cuantos casos de pacientes enfermos por consumo de agua contaminada atendía en su consultorio. El especialista afirmó que, si bien los casos son esporádicos, los pacientes con enfermedades generadas por el agua no son controlados estadísticamente y que se ocultan los casos de esta naturaleza. Así mismo informó con conocimiento de causa que la actividad petrolera per se contamina el agua bien sea por contacto directo o indirecto con las fuentes de agua o acueductos; y que en algunos casos las personas aumentan su riesgo de enfermedad por haberse construido casas familiares en antiguos pozos de petróleo abandonados alrededor de la ciudad. Finalmente, resaltó que en su opinión es más económico tratar pacientes individualmente que atacar las raíces de la contaminación.

### **3.6 Aplicabilidad a escala industrial de los tratamientos fotocatalíticos en Comodoro Rivadavia**

En febrero de 2019 fue publicado en la página web del tribunal de cuentas de Comodoro Rivadavia el “Informe Final de la Auditoría económico-financiera sobre los servicios públicos concesionados de la Sociedad Cooperativa Popular Limitada de Comodoro Rivadavia”; donde se publicó un apartado que hace referencia al estado económico-financiero de la institución. Los hallazgos principales en éste aspecto fueron que la SCPL no tiene fortalezas en el uso de herramientas económico-financieras y de gestión para lograr una administración eficiente y de calidad de los servicios públicos que le fueron concesionados por el Municipio de Comodoro Rivadavia (Tribunal de cuentas municipal de Comodoro Rivadavia, 2019).

Diferentes estudios han identificado obstáculos que impiden el escalamiento industrial de la fotocatalisis en tratamientos de aguas y a su vez han dado recomendaciones para futuras investigaciones. Por ejemplo, es claro que los principales aspectos a enfocarse para lograr la implementación de procesos fotocatalíticos a escala industrial son la separación y recuperación del fotocatalizador, el diseño de reactores óptimos, crear las condiciones de operación para poderlos utilizar bajo la radiación solar y la naturaleza del contaminante (Belver, Bedia, Gómez-Aviles, Peñas-Garzón, & Rodriguez, 2019).

También es muy importante tener presente que un reactor fotocatalítico no requiere únicamente el espacio específico en el que las transformaciones químicas suceden, sino que también hay que sumarle el sistema de irradiación como componente (Augugliaro, Palmisano, Palmisano, & Soria, 2019); y por ello las condiciones de temperatura, presión, cantidad de lámparas y materiales de construcción del reactor son sólo algunos de los factores que inciden en el costo final del dispositivo. Por otro lado, en el proceso fotoquímico propiamente dicho existen pérdidas energéticas a nivel cuántico que causan ineficiencia en la fotoconversión de contaminantes y adicionalmente pocas especies reactivas de oxígeno contribuyen realmente a la eliminación de las sustancias tóxicas (Koebe, y otros, 2019). Por último, la aplicación industrial de éstos procesos podría verse desestimulada a causa de la

exagerada cantidad de químicos requerida, del alto consumo de electricidad en aplicaciones industriales y a la variación del impacto relativo de cada uno de los parámetros de evaluación que se generan durante la transición desde el proceso a escala laboratorio hacia un proceso a escala piloto. La dificultad de predicción de los costos va de la mano con la imposibilidad de pronosticar los inconvenientes que se podrían generar durante el escalamiento económico de estos procesos avanzados de oxidación (Gimenez, Esplugas, Malato, & Peral, 2019).

No obstante, las investigaciones continúan y esperan en el largo plazo alcanzar la meta de utilizar la fotocatalisis heterogénea con  $\text{TiO}_2$  en la transformación de grandes cantidades de agua. Dentro de los procesos que son considerados como métodos de perspectiva a largo plazo porque las limitaciones tecnológicas y costos no han permitido que sean aplicables a gran escala en la actualidad como tratamientos avanzados de aguas urbanas se encuentran los procesos de fotocatalisis heterogénea con luz ultravioleta ( $\text{UV}/\text{TiO}_2$ ) y la ozonización fotocatalítica ( (Rizzo, y otros, Consolidated vs new advanced treatment methods for the removal of contaminants of emerging concern from urban wastewater, 2019) citando a (Klavarioti, Mantzavinos, & Kassinos, 2009), (Malato, Fernández-Ibáñez, Maldonado, Blanco, & Gernjak, 2009), (Rizzo, y otros, 2013), (Oturán & Aaron, 2014), (Ribeiro, Nunes, Pereira, & Silva, 2015) y (Barbosa, Moreira, Ribeiro, Pereira, & Silva, 2016)). También se recomienda expandir el criterio de evaluación del desempeño de sistemas de tratamientos de aguas fotocatalíticas, evaluar el desempeño de los fotocatalizadores bajo condiciones claramente definidas, considerar aproximaciones creativas y buscar fotocatalizadores novedosos sin eludir los retos de adaptar materiales de otras disciplinas, diseñar nuevos nichos de aplicación y por último diseñar y ensayar materiales para aplicaciones específicas (Koebe, y otros, 2019).

Para finalizar, es importante resaltar que a pesar que puede ser muy desalentador insistir en introducir comercialmente los procesos fotocatalíticos, los autores especializados en el tema están de acuerdo con que para lograrlo es necesario explorar con mayor atención los mecanismos químicos, desarrollo de nuevos materiales, estudios comparativos de costos de reactores y modelos de negocio (entre otros aspectos) que faciliten el escalamiento a nivel

industrial para ser eficientes, rentables y competitivos con las tecnologías tradicionales que ya se encuentran establecidas y de las que se tiene larga experiencia de uso.

Bajo este escenario, considerando que la revisión bibliográfica especializada demuestra que la implementación a gran escala de la fotocatalisis heterogénea en la purificación de aguas se encuentra en etapa de desarrollo y que una de las maneras de lograr que sea posible implementarlo a largo plazo se necesitan fomentar estudios que incluyan los costos detallados de cada desarrollo experimental adicionalmente a los resultados técnicos de laboratorio. Y por ello es importante invitar a la industria a participar en las investigaciones que logren el ingreso al mercado maduro de la fotocatalisis aplicada a la desinfección de aguas. Mediante la combinación de herramientas de administración de negocios y gestión de innovación en empresas se podría avanzar en el empalme de esta tecnología entre la investigación y la industria. Adicionalmente, con los conocimientos acumulados a escala laboratorio y planta piloto se puede llegar a diseñar métodos adecuados que permitan difundirlos para atraer inversores, generar mayor interés en la industria e intermediar entre los investigadores y el mercado de aguas contaminadas a través de un modelo de negocio concreto.

## CAPITULO IV: LA CONSULTORA COMO INSTRUMENTO DE NEGOCIO PARA LA INSERCIÓN DE TECNOLOGÍAS EMERGENTES

Para complementar la madurez de la ciencia básica lograda a lo largo de los años en la fotocatalisis y con el propósito de reducir la brecha cada vez más amplia entre las necesidades industriales y la investigación académica, es vital lograr resultados tangibles a corto plazo basados en un modelo de negocio válido y en un camino claro para la transferencia de tecnología (Koeb, y otros, 2019). Es posible encontrar otras oportunidades de negocio donde la fotocatalisis sea protagonista en un escenario que no necesariamente sean grandes volúmenes de agua. Los principales contaminantes tratados con esta tecnología se hallan en relativamente pequeñas cantidades de agua y pertenecen al nicho de pretratamiento de aguas difíciles de tratar. Otros mercados en crecimiento son el desarrollo de métodos para facilitar la evaluación rápida de la biodegradabilidad de contaminantes, producción de agua ultrapura para la industria de semiconductores y en aplicaciones donde el costo y el tiempo sean menos restringidos (Koeb, y otros, 2019). Para construir un plan de negocios se recurre a la consultoría especializada de tratamientos fotocatalíticos como tecnología emergente en la desinfección de aguas. Los contaminantes a degradar elegidos son el diclofenaco e ibuprofeno en las aguas residuales del mercado farmacéutico. En la información suplementaria de (Rizzo, y otros, Consolidated vs new advanced treatment methods for the removal of contaminants of emerging concern from urban wastewater, 2019) se encuentran casos de estudio puntuales donde el diclofenaco fue degradado entre el 60% y 100% utilizando fotocatalisis heterogénea a escala laboratorio adicionando el contaminante al agua; y en experimentos con agua residual real a escala piloto fue incluso posible en su totalidad el analgésico. Para el caso del ibuprofeno, se toma como referencia el estudio realizado por (He, Sutton, Rijnaarts, & Langenhoff, 2016) donde fue posible degradar en un  $96,1\% \pm 0.2$  el medicamento en una matriz de agua desionizada y en un  $73.8\% \pm 0.2$  en un efluente real de agua residual. En éste capítulo se va a hablar sobre las tecnologías emergentes y su gestión, se define qué es una consultora, se va a justificar la creación de una consultora como herramienta de difusión de nuevas tecnologías y en particular de la tecnología de fotocatalisis heterogénea; se va a hablar del modelo de canvas como una

herramienta para el diseño de plan de negocios y se va a presentar el plan de negocios de la consultora prestadora de servicios en la industria farmacéutica.

#### **4.1. Emprendimiento en tecnologías emergentes en el medio ambiente**

##### **4.1.1. Tecnologías modernas y tecnologías emergentes:**

Las tecnologías modernas y las nuevas tecnologías (tecnologías emergentes) son alternativas que las organizaciones pueden adecuar a sus procesos con el objetivo de mejorar e innovar en nuevos productos y/o servicios. A nivel mundial, las organizaciones han reconocido la necesidad de invertir cada vez más en tecnología, producto de las mismas exigencias de la competencia en los mercados, causando un aumento en sus presupuestos destinados a investigaciones tecnológicas (Tapia, 2011).

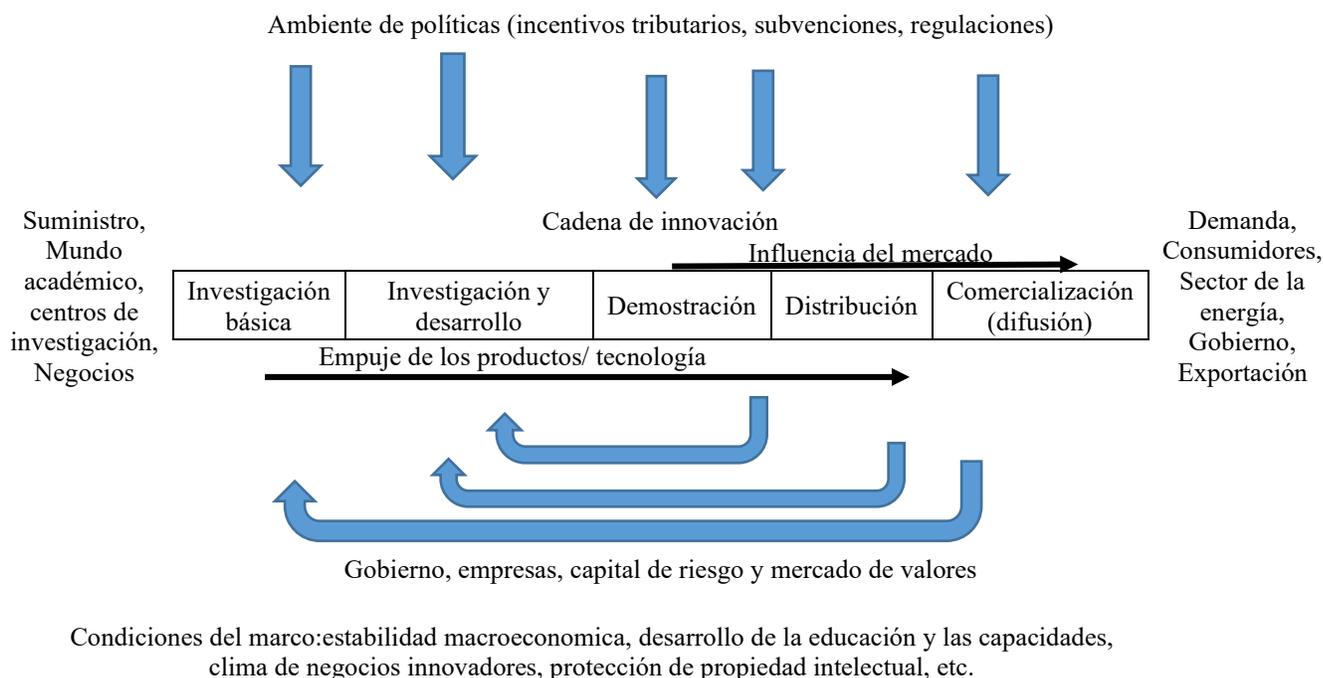
Las tecnologías emergentes se diferencian de las tecnologías modernas por su aplicabilidad incierta y una aceptación impredecible, y su adopción requiere que las empresas tengan suficiente conocimiento interno y externo para visualizar su incorporación como una estrategia empresarial donde la innovación sea una cualidad que les permita ganar competitividad. Los obstáculos más visibles que la tecnología emergente debe superar es que desde el punto de vista tecnológico, infraestructura, mercados, clientes e industria, presentan un grado de ambigüedad que muchas empresas no están en capacidad de asumir desde el punto de vista de costos financieros y niveles de conocimientos (Tapia, 2011).

La visión que las organizaciones se planteen acerca de su posicionamiento, expectativas dentro de los mercados, el grado de asimilación y el grado de flexibilidad para la adopción de procesos de innovación tecnológica influyen en el éxito o fracaso de una política de gestión tecnológica emergente dentro de la empresa. Las empresas deben plantearse la incorporación de tecnología como un elemento estratégico para su futuro y surge como un elemento determinante en las formas de relacionarse con el entorno, detectándose como punto focal para marcar la dirección de la organización y señalar la diferenciación de

la organización a partir de la generación del conocimiento y la gestión empresarial, lo cual conlleva a estimular el proceso de competitividad en el mercado (Tapia, 2011).

#### 4.1.2. Tecnologías emergentes y el medio ambiente:

Sobre las tecnologías emergentes aplicadas en el medio ambiente, es posible afirmar que dichas tecnologías se encuentran dentro de un punto distinto entre el ciclo de investigación, desarrollo, demostración y distribución; y que no se están desarrollando y difundiendo al ritmo deseado debido a barreras tecnológicas, financieras, comerciales y reglamentarias (Tapia, 2011).



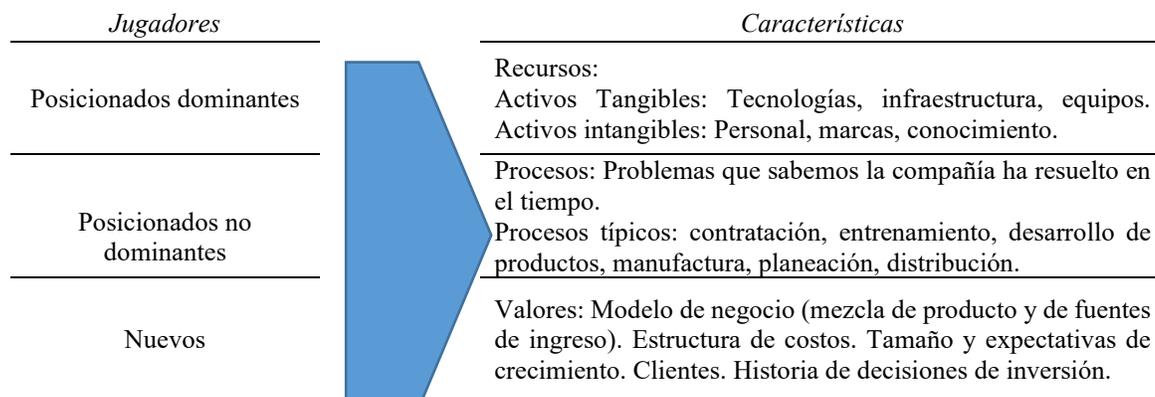
**Figura 21 El sistema de innovación en las tecnologías emergentes. Tomado de (Tapia, 2011)**

En cuanto a la rentabilidad de las actividades involucradas con el medio ambiente es importante conocer la rentabilidad nacional, rentabilidad comercial y hacer un análisis estratégico comercial. Por último, el análisis estratégico debería adicionalmente contemplar las fuerzas externas al mercado como las regulaciones gubernamentales, las reglas de propiedad intelectual, los estándares de la industria, la interrelación con los sindicatos, las

normativas culturales y el estado del desarrollo tecnológico. La puesta estratégica en tecnologías de éste tipo, al desconocerse aún más cómo será la evolución del mercado, tiene una gran dosis de aprendizaje y adaptación, caracterizándose también por la configuración de inversiones de menor a mayor, con la flexibilidad y reconfiguración de los insumos y productos y con cierta gimnasia en anticipación, lo que implica el uso de modelos de simulación y las tomas de medidas preventivas (Tapia, 2011).

La puesta en marcha de los proyectos tecnológicos con cuidado del medio ambiente y con inversores que arriesguen en los mismos, son los que garantizan la permanente búsqueda de valor. Si se logra con éxito no solo se habrá asegurado la consecución de la siguiente etapa y una mayor valorización del emprendimiento iniciado, sino también se estará fomentando el desarrollo sustentable. El resultado se transforma en un aliciente para la continuidad de la inversión, a la vez que convergen cuestiones económicas y sociales, comerciales y financieras, estratégicas y operativas. Es factible considerar también la conformación de alianzas estratégicas como alternativa financiera, en las que los distintos socios pueden asumir diferentes roles como el estratégico, el de financiación, el de provisión de bienes y de conocimiento o el trabajo profesional. A continuación se explicaran con más detalle el análisis estratégico comercial y la financiación para el desarrollo de las tecnologías emergentes:

- *Análisis estratégico comercial:* En éste análisis se hace la segmentación de mercado, las posiciones dominantes y no dominantes de los principales “jugadores” con los cuales la empresa está vinculada. Estos datos serán la base de la formulación y evaluación del proyecto de inversión (Tapia, 2011). Dentro de este análisis se sugiere contemplar las fuerzas externas del mercado. Debido al desconocimiento de cómo será la evolución del mercado, la puesta estratégica de tecnologías de este tipo se caracterizan por tener mucho aprendizaje y adaptación, por la configuración de inversiones de menor a mayor y por el uso recurrente de modelos de simulación y toma de medidas preventivas (Tapia, 2011).



**Figura 22 Características de los jugadores en un análisis estratégico comercial. Tomado de**

(Tapia, 2011)

¿Cómo afectan las tecnologías emergentes (T.E.) a la demanda?		
Segmento	Tipo de T.E.	Impacto
No consumidores	Innovación disruptiva que les dé acceso al producto	Productos o servicios que permiten hacer de manera más conveniente, algo que se necesita hacer. Crecimiento explosivo de algún mercado.
Sub-satisfechos	Innovación periódica sostenida e innovaciones disruptivas de bajo perfil	Productos y servicios mejorados periódicamente. Dominio de compañías integradas.
Sobre-satisfechos	Innovación periódica sostenida e innovaciones disruptivas de bajo perfil. Reducción de requerimientos.	Nuevos modelos de negocio para clientes menos demandantes. Surgimiento de compañías especializadas. Nuevas reglas y estándares.

**Figura 23 ¿Cómo afectan las tecnologías emergentes (T.E.) a la demanda? Tomado de (Tapia,**

**2011)**

- *Financiación para el desarrollo de las tecnologías emergentes:* Las formas en las que es posible formar capital de riesgo para la financiación de proyectos tecnológicos son la instrumentación de fondos comunes de inversión, instrumentos estatales de financiamiento, el desarrollo del mercado de capitales y mecanismos de

financiamiento de consorcios (Tapia, 2011). Para el caso puntual de las tecnologías limpias emergentes, el esquema de financiación será función del avance del emprendimiento tecnológico y se considera la tecnología a emplear, el mercado y las políticas. A continuación se muestran la transición de proyecto a consolidación de dicho esquema (Tapia, 2011):

Emprendimiento	Proyecto	Start-up	Crecimiento	Consolidación
↓ Financiamiento	Capital semilla	Inversiones ángeles	Bootstrapping /capital de riesgo	Crédito bancario
Tecnología	Básica y aplicada	Desarrollo	Escalado	Comercialización
Mercado	Generar demanda (Technology push)	Beneficios cuantitativos	Satisfacer demanda (market pull)	Retroalimentación
Políticas	Regulación general	Regulación sectorial	Regulación tecnológica específica	Marco integral

**Figura 24 Esquema de financiación de tecnologías emergentes. Tomado de (Tapia, 2011)**

### 4.1.3. Innovación y desarrollo

La innovación se define como el paso del pensamiento a la ejecución, transformando las ideas creativas en realizaciones materiales que se pueden ver frente al mercado y mercadeo. Va de la mano con la creatividad, que es la posibilidad de formular nuevas iniciativas de acción que se pueden concretar en ideas creativas (Murcia Cabra, 2015).

Es importante medir los procesos implicados en ella porque se pueden encontrar los vínculos existentes entre la innovación, las mejoras genuinas de competitividad, el crecimiento económico y los niveles de bienestar de las sociedades (Lugones, 2015). Es una herramienta que si se le da un buen uso puede aumentar la competitividad, que involucra esfuerzo y constancia. Las ganancias en competitividad basadas en la introducción de innovaciones tecnológicas u organizacionales inciden considerablemente en la determinación de las tendencias de especialización productiva y comercial de un país. El crecimiento de esa proporción no solo fortalece al sector externo de la economía (balanza comercial) por el

mayor valor promedio de ese tipo de productos, sino que impulsa la elevación de los ingresos medios de los trabajadores, al emplear recursos humanos relativamente más calificados, favoreciendo así el mejoramiento de los niveles de bienestar de la sociedad en su conjunto (Lugones, 2015).

#### **4.1.4. Consultoría: Definición y aspectos relevantes**

La consultoría se define como el servicio que presta una persona o un grupo de individuos, que siendo independientes a la organización que asesoran, analizan e identifican algunas situaciones relacionadas con políticas, procedimientos y/o metodologías que existen dentro de una empresa, que pueden ser susceptibles de mejorar mediante la recomendación de alternativas y su aplicación (Mendoza Barrón, 2010). La consultoría de empresas como servicio profesional no está limitado a un tipo específico de organización o economía, y el consultor está muy relacionado con el diseño y la difusión de nuevos sistemas, métodos y técnicas de dirección para elevar la eficacia de la dirección y competitividad de una empresa (Universidad Nacional Autónoma de México, 2008). Entre los beneficios que un servicio de consultoría empresarial puede ofrecer esta el de salvar a empresas de situaciones económicas complicadas para conseguir su reflatamiento, abre nuevos mercados nacionales e internacionales, racionaliza los recursos humanos, propone el lanzamiento de nuevos productos o eliminación de algunos obsoletos y valoriza las empresas (Católico Giraldo & Neira Bustamante, 2009)

El proceso de consultoria tiene 5 etapas que son (Católico Giraldo & Neira Bustamante, 2009):

- Diagnosticar la situación actual de la organización.
- Determinar el sistema de ayuda a la organización.
- Implantar el sistema de ayuda a la organización.
- Documentar el proceso de implantación de sistema de ayuda en la organización.
- Cerrar proyectos de consultoría.

La creación de consultorías de tratamientos avanzados de aguas es una forma de generar innovación dentro del rubro al proponer tecnologías no convencionales a las empresas interesadas en gestionar sus aguas residuales y en producir agua potable. Para aquellas personas que deseen incursionar en el mundo de la consultoría es importante saber que no es una tarea fácil por requerir de mucha disciplina en el proceso de autoaprendizaje que implica actualizarse en su materia de dominio. También deben considerar que su trabajo es una asesoría y no es su responsabilidad tomar la decisión final acerca de las recomendaciones que se le dan a la empresa contratista. El éxito de la aprobación de los proyectos de consultoría depende en gran medida de la información técnica-económica que se presente en el informe final.

## **4.2. Plan de negocios**

### **4.2.1. Plan de negocios: Definición**

En los siguientes párrafos se darán distintas definiciones de lo que significa un plan de negocios y su importancia en la transformación de una idea a un negocio que genere beneficios. El plan de negocios puede utilizarse tanto para la creación de una empresa como para una ya existente porque permite analizar y evaluar las operaciones de la misma y así poder reorientarlas (Barrientos, 2003).

Un plan de negocios es la capacidad de realizar actividades y cuantificarlas a través de los conceptos de administración, mercadotecnia, y finanzas personales con metas identificadas convertidos en objetivos ( (Barrientos, 2003) citando a (Pérez-Sandi, 2002)). Es un método que permite concretar una actividad en cierto periodo en el futuro; y esto puede realizarse para cualquier actividad y en cualquier periodo de tiempo ( (Barrientos, 2003) citando a (Stutely, Plan de Negocios: La estrategia inteligente, 2000)). Y también es parte de un proceso continuo para tener un mayor control de lo que se realiza en la empresa ( (Barrientos, 2003) citando a (Watson & Wise, 1997)). Según Gumpert, las razones que hacen necesario realizar un plan de negocios, además de atraer inversionistas potenciales, asistir a los directivos para establecer metas y planeación a largo plazo y obtener un préstamo al banco; es convencerse a uno mismo de la idea antes de realizar un compromiso financiero

y personal significativo ( (Barrientos, 2003) citando a (Watson & Wise, 1997)). Finalmente, los objetivos principales de un plan de negocios son expresar formalmente un proceso de planeación, ser un medio para pedir financiamiento, ser un esquema para ser aprobado y ser una herramienta para la administración operativa ( (Barrientos, 2003) citando a (Stutely, Plan de Negocios: La estrategia inteligente, 2000)).

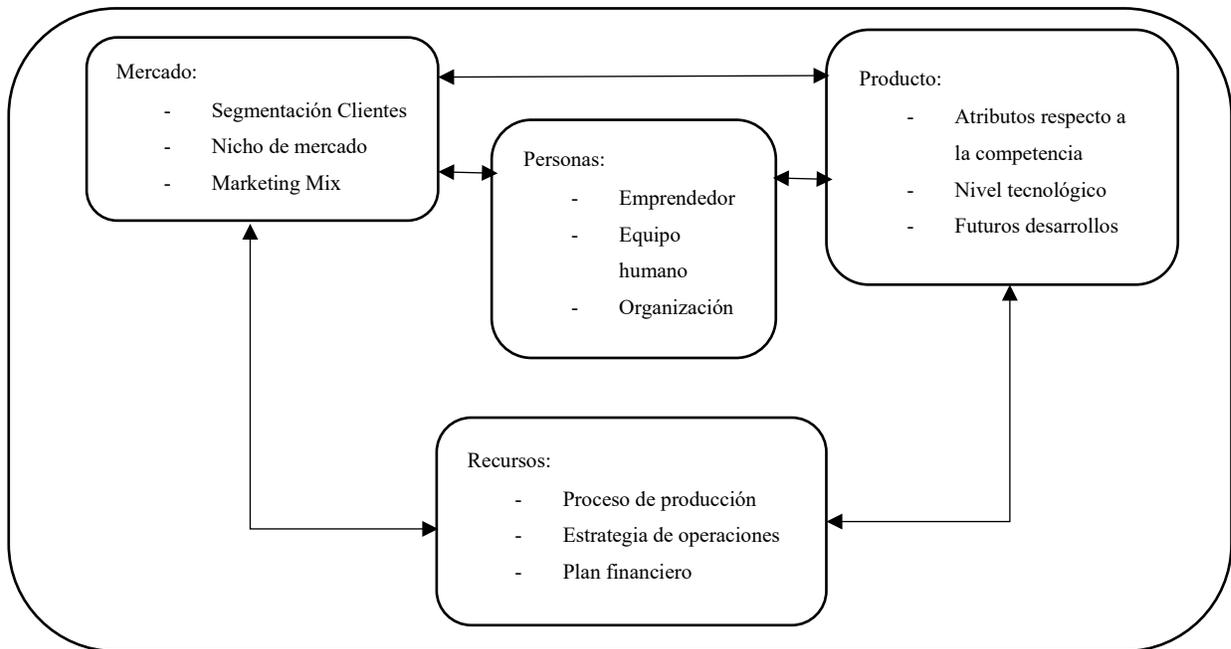
#### 4.2.2 Estructura de un Plan de Negocios

Para elaborar un plan de negocios es necesario ser creativo y personalizarlo de acuerdo a las necesidades de cada empresa y a quién irá dirigido. Es muy importante que sea un documento que atraiga la atención del lector y sea fácil de leer, debe ser conciso y consta de dos partes fundamentales: una descripción del negocio y mercado, y la otra donde se tratan aspectos financieros (Barrientos, 2003). Para crear una nueva empresa se consideran cuatro elementos importantes como son: el mercado, el producto, las personas y los recursos ( (Barrientos, 2003) citando a (Ollé & otros, 1998)); y de igual forma es un factor clave conocer qué se planea y su por qué. A continuación se mencionan los 10 pasos para crear un plan de negocios con altas probabilidades de éxito ( (Barrientos, 2003) citando a (Stutely, Plan de Negocios: La estrategia inteligente, 2000)):

- “Diez pasos para un exitoso plan de negocios”**
- El inicio: ¿Qué planea? ¿Por qué?
1. Defina las actividades de su negocio.
  2. Defina la situación actual de su negocio.
  3. Defina las condiciones externas del mercado, la competencia que enfrenta y el posicionamiento del mercado.
  4. Defina los objetivos que lo animan.
  5. Trace una estrategia para lograr los objetivos que lo animan.
  6. Identifique los riesgos y las oportunidades.
  7. Genere una estrategia para restringir los riesgos y explotar las oportunidades.
  8. Depure las estrategias hasta transformarlas en planes de trabajo.
  9. Proyecte los costos, los ingresos, el flujo de efectivo.
  10. Finalice los planes.

**Figura 25 Diez pasos para un exitoso plan de negocios de Stutely**

**(Barrientos, 2003)**



**Figura 26 Elementos imprescindibles para una nueva empresa ( (Barrientos, 2003) citando a (Ollé**

**& otros, 1998))**

ellos son el plan de negocios de Pérez-Sandi, de Kushell, de Watson y Wise, de Monserrat Ollé y otros y de Peggy Lambing y Charles Kuehl ( (Barrientos, 2003) citando a (Pérez-Sandi, 2002), (Watson & Wise, 1997), (Ollé & otros, 1998) y (Lambing & Kuehl, 1998)). Para el presente trabajo se tendrán en cuenta los modelos planteados por Pérez-Sandi y Watson & Wise para escribir el plan de negocios acorde a la idea de negocio.

#### **4.2.2.1 Plan de negocios de Pérez-Sandi (2002):**

En ésta estructura de plan de negocios, se debe tener presente en su redacción que es similar a la elaboración de un currículum de la empresa para ser referencia en la consecución de inversionistas, para ayudar al emprendedor a convencerse de la idea y para definir y examinar detalladamente todos los aspectos para crear la empresa (Barrientos, 2003)

#### **Plan de negocios de Pérez-Sandi:**

- **Título y carátula:** Incluye nombre de la compañía, socios, dirección, teléfono y logotipo de la empresa.
- **Índice:** Muestra la estructura del documento.
- **Resumen Ejecutivo:** Definición de la empresa, factores financieros, área técnica, mercadotecnia, área financiera, área humana y administrativa.
- **Mercado y competencia:** Descripción de clientes potenciales, análisis objetivo de ausencia o presencia de competencia.
- **Producto y/o servicio:** Descripción detallada del producto.
- **Fabricación:** Detalle de manufactura y materia prima para su elaboración.
- **Proyecciones Financieras:** Información financiera, respaldos u otras fuentes, presupuesto a doce meses, ingresos a cinco años, proyección de flujo de efectivo, balance y análisis del punto de equilibrio.

**Figura 27 Plan de negocios de Pérez-Sandi ( Barrientos, 2003)**

citando a (Pérez-Sandi, 2002))

#### **4.2.2.2 Plan de negocios estándar de Watson y Wise (1997):**

En ésta clase de plan de negocios, se hace una descripción detallada o representación del panorama de la empresa. Su organización, orden de cada parte y desarrollo es relativo al tipo de empresa (Barrientos, 2003).

### **Plan de negocios estándar de Watson & Wise:**

- **Título y carátula:** presentación, portada, nombre de la compañía, dirección, contactos personales y número telefónico.
- **Índice:** Ayuda al lector a saber por dónde empezar.
- **Resumen Ejecutivo:** Algunos lectores utilizan esta sección para evaluar si vale la pena o no seguir leyendo. Contiene cuatro áreas: la técnica, la mercadotecnia, la financiera y administrativa.
- **Descripción de la compañía:** Se describe la estrategia, los objetivos y la visión sobre el equipo administrativo, así como la experiencia, las capacidades y destreza del mismo.
- **Mercadeo y competencia:** Se describe a los clientes potenciales del negocio, así como la consideración de la competencia y cómo se manejará la misma.
- **Producto y/o servicio:** Descripción detallada del producto, proceso, precios y distribución. Si es una empresa de servicios: descripción del servicio, la comercialización del mismo y sus precios. También se deberá especificar la demanda esperada y cómo será satisfecha.
- **Mercadotecnia / Ventas y promociones:** Descripción detallada de la promoción del producto, tipo de publicidad, cuál medio es el apropiado para el producto o servicio, si se utilizarán encuestas, así como si se contará con la asesoría de una agencia de publicidad.
- **Financiamiento:** Contiene toda la información financiera (flujo de efectivo, ingresos o pérdidas y el balance general; en él se puede incluir cualquier respaldo o fuentes financieras.
- **Apéndice:** Cualquier material extra que no se ajuste a las secciones del plan de negocios pero que sea útil, se podrá incluir en el apéndice.

Además, y en caso de no estar incluidos en los anteriores: Consideraciones legales, administración, plan operativo.

**Figura 28 Plan de negocios de Watson & Wise ( (Barrientos, 2003) citando a (Watson & Wise, 1997))**

#### **4.2.2.3. Guía práctica de elaboración de un plan de negocios:**

El plan de negocios es el documento que se utilizará para vender la idea de negocio a los inversores; y por ello debe ser concreto y de extensión medida. La guía práctica para la elaboración de un plan de negocios de José Enrique Bóveda, Adalberto Oviedo y Ana Luba Yakusik S. sugieren que en dicho documento se encuentren documentados como mínimo los siguientes aspectos: Gestión estratégica, Gestión de Marketing, Gestión Operativa, Gestión de Personas, Gestión Legal y Gestión Financiera (Bóveda, Oviedo, & Yakusik, Guía práctica para la elaboración de un plan de negocio, 2015). Se considera pertinente sumar estos

capítulos al plan de negocios de este trabajo por ser una bibliografía más acorde a las demandas actuales del mercado.

#### **4.2.2.4. El plan de negocios para el presente trabajo:**

En la presente tesis se utilizó una mezcla de los modelos de Watson y Wise con el modelo de Pérez-Sandí y la guía práctica para la elaboración de un plan de negocios para crear la estructura aplicada a este trabajo:

**Plan de negocios Empresa consultora en proyectos de escalamiento comercial de Fotocatálisis heterogénea aplicado a desinfección de aguas:**

- Título
- Resumen Ejecutivo
- Descripción de la compañía
- Gestión Estratégica
- Gestión de Marketing
- Gestión Operativa
- Gestión de Personas
- Gestión Legal
- Gestión Financiera

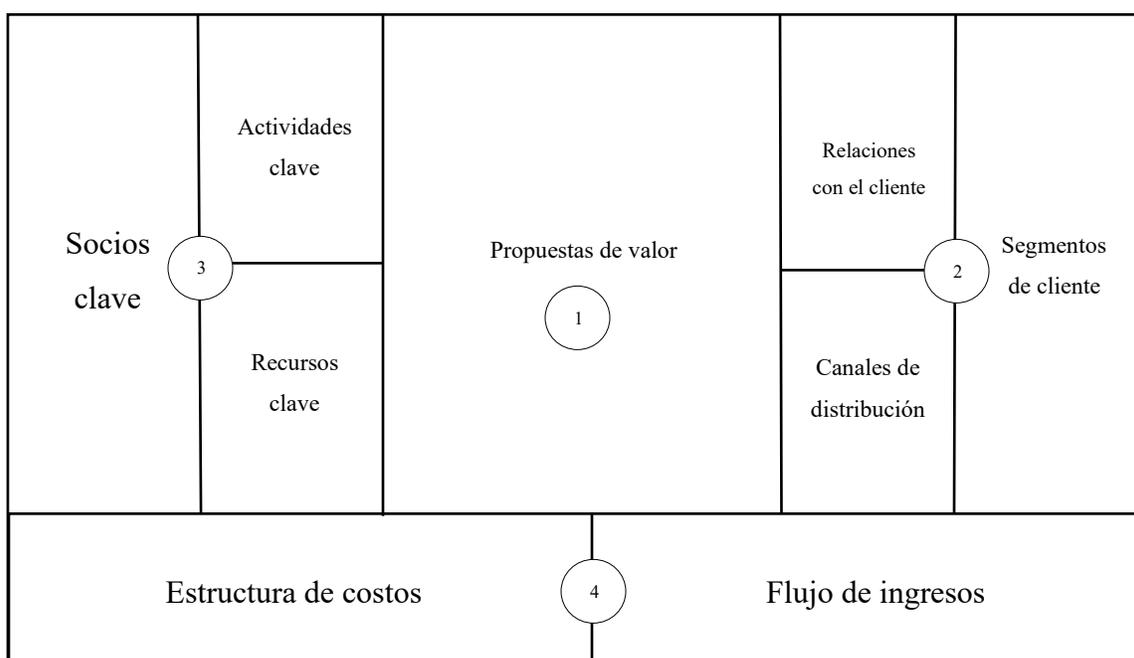
**Figura 29 Plan de negocios de elaboración propia**

### **4.3 Canvas (lienzo) como herramienta para el modelo de negocios**

#### **4.3.1 Modelos de negocio según Osterwalder y Pigneur (Canvas):**

De acuerdo con Alexander Osterwalder e Yves Pigneur, el modelo de negocio se define como una especie de anteproyecto de una estrategia que se aplicará en las estructuras, procesos y sistemas de una empresa. Para estos autores la mejor manera de describir un

modelo de negocio es dividirlo en nueve módulos básicos que reflejen la lógica que sigue una empresa para conseguir ingresos: segmentos de mercado, propuestas de valor, canales, relaciones con clientes, fuentes de ingresos, recursos claves, actividades clave, asociaciones clave y estructura de costes (Osterwalder & Pigneur, Generación de Modelos de Negocios, 2011).



Nota: 1 = Producto, 2 = Interfaz del cliente, 3 = Administración de infraestructura, 4= Aspectos financieros.

**Figura 30 Representación conceptual del modelo de negocio tipo canvas (lienzo) (Keane, Cormican, & Sheahan, 2018) citando a (Osterwalder, The Business Model Ontology–A Proposition in A Design Science Approach. , 2004)**

En el módulo referido a los segmentos de mercado deben definirse los diferentes grupos de personas o entidades a los que se dirige la empresa. De acuerdo con los autores, una empresa puede dirigirse a uno o varios segmentos de mercado, que se clasifican de acuerdo a aspectos como las necesidades que requieren, la necesidad de canales diferenciados de distribución, un índice de rentabilidad muy diferente o su disposición de pagar por aspectos diferentes de la oferta (Osterwalder & Pigneur, Generación de Modelos de Negocios, 2011).

En relación con las propuestas de valor, los autores establecen que “es el factor que hace que un cliente se decante por una u otra empresa; su finalidad es solucionar un problema o satisfacer una necesidad del cliente. Las propuestas de valor son un conjunto de productos o servicios que satisfacen los requisitos de un segmento de mercado determinado” (Osterwalder & Pigneur, Generación de Modelos de Negocios, 2011).

A su vez, los “canales” -de comunicación, distribución y venta-, son los que establecen el contacto entre la empresa y los clientes. A través de estos canales, la empresa da a conocer sus productos y servicios, permite que los clientes evalúen su propuesta de valor, compren productos y servicios específicos, accedan a un servicio de atención postventa, entre otros (Osterwalder & Pigneur, Generación de Modelos de Negocios, 2011). El modelo de negocios Canvas es popular entre los empresarios porque los ayuda a tener un sentido de “crear un negocio” (Keane, Cormican, & Sheahan, 2018). El uso del modelo de negocio tipo Canvas (BMC por sus siglas en inglés) permite a la empresa aumentar el nivel de ingresos y ganancias, detectar rápidamente los puntos débiles en la intensidad y la tasa de los flujos de efectivo salientes y entrantes, así como garantizar el nivel adecuado de orientación al cliente para mantener la competitividad y la sostenibilidad del negocio ( (Türko, 2016) citando a (Dudin, 2015)). También puede ser una herramienta practica para la enseñanza de finanzas empresariales porque se fundamenta en y refuerza el proceso creativo de resolución de problemas; se basa en iteraciones para obtener resultados óptimos; fomenta la experimentación; y se practica una y otra vez ( (Türko, 2016) citando a (Jackson, Scott, & Schwagler, 2015)).

#### **4.3.2 Otras definiciones de modelo de negocios:**

Existen muchas publicaciones académicas que se refieren a modelos de negocios. Se observa en la literatura, la existencia de un debate y una intensa ambigüedad que en ocasiones se considera como una ‘paradoja’ ( (Türko, 2016) citando a (Klang, Wallnöfer, & Hacklin, 2014)). El marco del debate y la ambigüedad en la definición del concepto, se resume a continuación. Sin embargo, lo que es más importante es que el modelo de negocio canvas es

invisible incluso en estas discusiones. De este modelo de negocio no se ha hablado tanto excepto por algunos estudios aplicados (Türko, 2016).

Zott et al. han realizado una revisión exhaustiva de la literatura académica (1975-2009) sobre el concepto de modelo de negocio. Dichos autores afirman que los académicos no se ponen de acuerdo en qué es un “modelo de negocio”, estudiando el concepto sin una definición concreta; y por ende los investigadores adoptan definiciones idiosincráticas que, frecuentemente, se ajustan al propósito de sus estudios, por lo que el progreso acumulativo se ve obstaculizado gracias a la dificultad de conciliar cada una de estas definiciones (Zott, Amit, & Massa, The business model: Recent developments and future research., 2011). En la literatura se resumen las definiciones de modelo de negocio así: Una definición genérica del modelo de negocio es que es una *declaración* ( (Türko, 2016) citando a (Stewart & Zhao, 2000)), una *descripción* ( (Türko, 2016) citando a (Applegate, 2000)), una *representación* ( (Türko, 2016) citando a (Morris, Schindehutte, & Allen, 2005) y (Shafer, Smith, & Linder, 2005)), una *arquitectura* ( (Türko, 2016) citando a (Dubosson-Torbay, Osterwalder, & Pigneur, 2002) y (Timmers, 1998)), una *herramienta conceptual o modelo* ( (Türko, 2016) citando a (George & Bock, 2010), (Osterwalder, The Business Model Ontology—A Proposition in A Design Science Approach. , 2004) y (Osterwalder, Pigneur, & Tucci, Clarifying Business Models: Origins, Present, and Future of the Concept, 2005)), una *plantilla estructural* ( (Türko, 2016) citando a (Zott & Amit, Value creation in E-business, 2001)), un *método* ( (Türko, 2016) citando a (Afuah, Internet Business Models and Strategies: Text and Cases, 2002)), un *marco de trabajo* ( (Türko, 2016) citando a (Afuah, Business Models: A Strategic Management Approach, 2004)), un *patrón* ( (Türko, 2016) citando a (Brousseau & Penard, 2007)) y una *colección* ( (Türko, 2016) citando a (Seelos & Mair, 2007)).

### **4.3.3 Diferencias entre modelo de negocio, idea de negocio y plan de negocios**

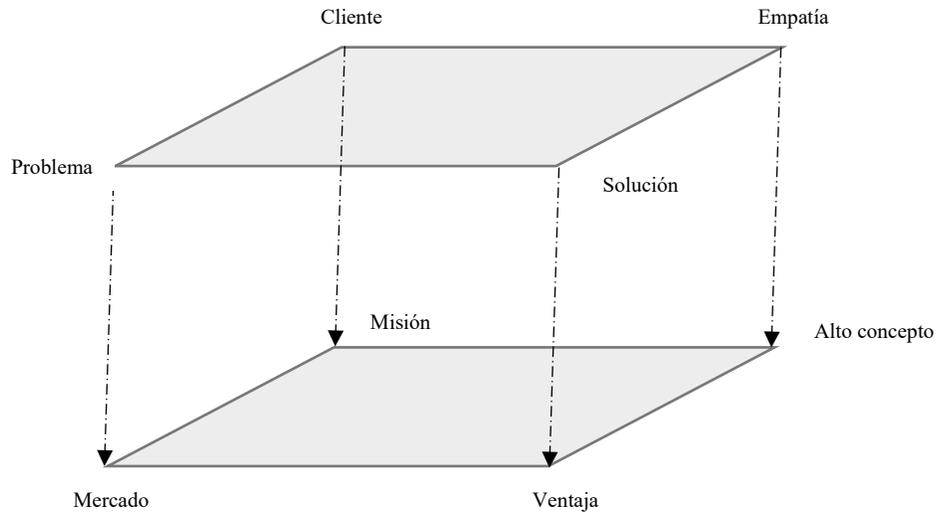
Los términos “modelo de negocio”, “idea de negocio” y “plan de negocios” no deben ser usados indistintamente dado que no tienen el mismo significado. Una “idea de negocio” es una intención de emprendimiento con una forma aproximada, mientras que un “modelo de negocio” representa una conceptualización más formal y la prueba de la viabilidad de la idea de negocio. De otro lado, el “plan de negocio” proporciona una descripción formal del modelo de negocio prospectivo de un proyecto o empresa, y su contenido es mucho más amplio que la descripción de la propuesta de valor ( (Türko, 2016) citando a (McGrath, 2010) y (Klang, Wallnöfer, & Hacklin, 2014)). Un plan de negocios se encarga de desarrollar asuntos más detallados como flujo de caja, planes estratégicos para el cumplimiento de metas a pequeño, mediano y largo plazo; estructura de capital, costos administrativos, etc. (Türko, 2016).

### **4.3.4 Modelo de negocio “Zen Canvas” de Yongcho Cho:**

El modelo de negocio tipo “Zen Canvas” es una variación del modelo de negocio Canvas creado por Brad (Yongho) Cho, siendo una extensión de investigaciones en innovación y modelos de negocio existentes. Éste modelo se basa en la filosofía de la simplicidad, balance e integridad en su más alto nivel; valores que han sido buscados por las antiguas filosofías orientales Dyana y Budismo Zen (Cho, Business Model Zen - Sample Book, 2013). El lienzo usado para crear el modelo de negocios consiste en diez bloques que integra los tres dominios de “concepto de negocio”, “plan de negocio” y “ejecución del negocio”; esto para generar una cuarta dimensión denominada “éxito de negocio”. Estas tres dimensiones son muy importantes para lograr que sea exitoso el proyecto emprendido. El objetivo principal que tiene esta técnica es el enfoque de perspectiva concentrado en el problema del cliente, y no tiene una secuencia única de llenado (aunque tiene un orden sugerido de trabajo) (Cho, Business Model Zen, the modeling of business model with balanced integrity, customer focus and strategic thinking, 2016).

En la dimensión del concepto de negocio, el marco de trabajo es el “mercado de la solución del problema del cliente”, el cual permite modificar con facilidad los aspectos relacionados con el modelo de negocios a medida que se avanza en el proyecto. En la dimensión de la planificación del negocio, se propone sostener un enfoque estratégico dentro de la simplicidad y evaluar los componentes estratégicos. Darle forma al concepto en solamente un plan puede difícilmente lograr el objetivo de planeación. También requiere las medidas para revisar y diagnosticar el proceso, desde un punto de vista estratégico, entonces los conceptos tienen retroalimentaciones tardías. En la dimensión de la ejecución del negocio, se propone medir la brecha entre el concepto de negocio y su realidad; así como establecer un mecanismo de aprendizaje repetitivo. En la dimensión del éxito del negocio, se busca eliminar la brecha entre el mercado y la solución; y también asegurar la integridad entre el concepto, el plan y la ejecución del negocio (Cho, Business Model Zen, the modeling of business model with balanced integrity, customer focus and strategic thinking, 2016).

El autor convierte su lienzo de creación de plan de negocios en un cubo, donde una cara de la figura está conformada por el sistema “cliente – problema – solución – empatía” teniendo una “visión céntrica del cliente”. La otra cara de la figura es el “pensamiento estratégico” que tiene los componentes “mercado – ventaja – misión – alto concepto” (Cho, Business Model Zen, the modeling of business model with balanced integrity, customer focus and strategic thinking, 2016).



**Figura 31 Origen del modelo de negocio “Zen Canvas”. Extraído de (Cho, Business**

**Model Zen, the modeling of business model with balanced integrity, customer focus and strategic thinking, 2016)**

Se recomienda planificar la información que se colocará en cada casilla, considerando los componentes de búsqueda de oportunidades, ideas, ejecución y testeo, aprender y pivotear (Cho, Business Model Zen, the modeling of business model with balanced integrity, customer focus and strategic thinking, 2016):

Componente	Objetivo
1. Búsqueda de oportunidades	Observar las tendencias extensivas, cambios del Mercado y las necesidades del cliente.
2. Idea	Permitirse una idea creativa donde el meollo del asunto sea un problema del cliente y donde se tenga en cuenta su oportunidad en el mercado
3. Ejecución y ensayo	Definir: a. Los componentes requeridos en el tiempo de ejecución. b. Un mecanismo para construir la relación con los clientes. c. Un proceso para recolectar información y listados detallados.
4. Aprender y pivotear	Revisar la hipótesis en la cual el modelo de negocio está basado para luego identificar los problemas potenciales en el modelo de negocio desde el análisis de datos de mercados.

**Tabla 21 Origen del modelo de negocio “Zen Canvas”. Extraído de (Cho, Business Model Zen,**

**the modeling of business model with balanced integrity, customer focus and strategic thinking, 2016)**

Y luego de finalizar el modelo de negocio, se sugiere revisar nuevamente los componentes teniendo en cuenta lo siguiente:

Componente	Objetivo
1. Búsqueda de oportunidades	Identificar la causa raíz de la barrera entre la hipótesis y los datos del mercado recolectados antes y después de la ejecución. Luego abordar la causa raíz como una oportunidad para mejorar el modelo de negocio.
2. Idea	Desarrollar ideas para modificar y mejorar el modelo de negocios. Compararlos con el concepto existente para luego identificar los componentes para remover/agregar/reemplazar en el lienzo.
3. Ejecución y ensayo	Listar los puntos de mejora que la ejecución implicó. Agregar nuevos ítems y desarrollar un nuevo proceso para recolectar datos del mercado. Para decidir si correr un modelo de negocio modificado en paralelo con el existente o reemplazarlo completamente.
4. Aprender y pivotear	Identificar la causa raíz de la barrera entre la hipótesis y los datos del mercado recolectados después de pivotear el modelo de negocios. Ordenar los resultados positivos y negativos debido a los nuevos cambios traídos en el modelo de negocios.

**Tabla 22 Componentes a revisar después de crear el modelo de negocio. Extraído de (Cho,**

**Business Model Zen, the modeling of business model with balanced integrity, customer focus and strategic thinking, 2016)**

Para finalizar, el esquema general del modelo de negocios tipo “Zen Canvas” es:

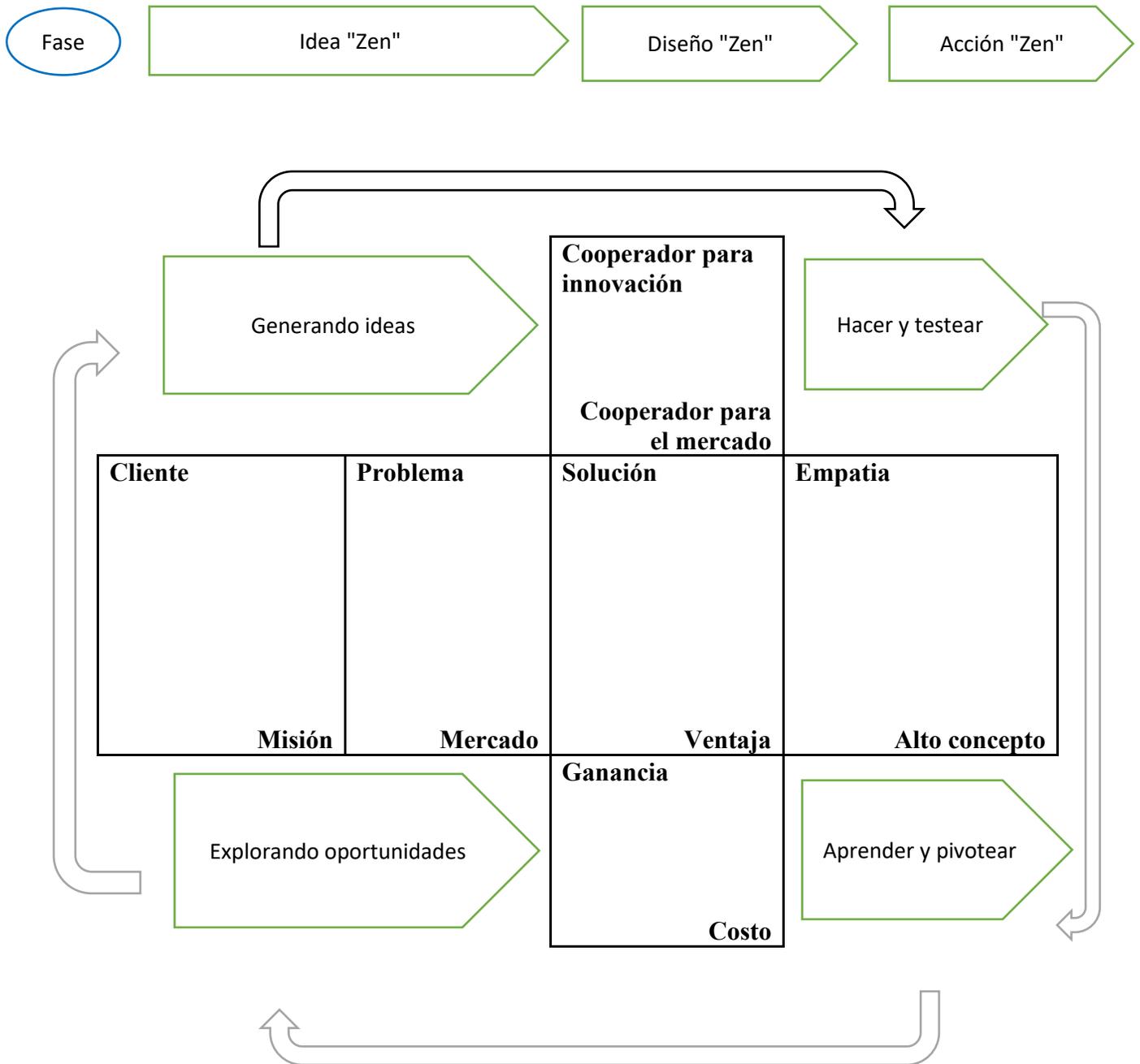


Figura 32 Esquema general del modelo de negocios tipo “Zen Canvas”. Extraído de (Cho, Business Model Zen, the modeling of business model with balanced integrity, customer focus and strategic thinking, 2016)

Etapa	Objetivo
Idea "Zen" (Concepto)	Crear una nueva idea de negocio, centrado en el mercado y en el cliente
Diseño "Zen" (Plan)	Desarrollar ideas para modificar y mejorar el modelo de negocios. Compararlos con el concepto existente para luego identificar los componentes para remover/agregar/reemplazar en el lienzo.
Acción "Zen" (Ejecución)	Listar los puntos de mejora que la ejecución implicó. Agregar nuevos items y desarrollar un nuevo proceso para recolectar datos del mercado. Para decidir si correr un modelo de negocio modificado en paralelo con el existente o reemplazarlo completamente.
Herramienta: Zen Canvas/ Patron / Cubo / Diagnostico/ Mapa, Etc.	

**Tabla 23** Objetivos del concepto, plan y ejecución en el modelo “Zen Canvas”. Extraído de

**(Cho, Business Model Zen, the modeling of business model with balanced integrity, customer focus and strategic thinking, 2016)**

El proceso de creación de modelo de negocios es iterativo. Pueden crearse varios Canvas para tener distintos escenarios posibles que permiten validar y refutar distintas hipótesis hasta encontrar aquellas condiciones que se aproximan a la realidad de la idea de negocio. Los siguientes interrogantes hay que tener en mente cuando se confecciona un modelo de negocios usando este lienzo de trabajo:

<b>Generación de ideas:</b> <i>¿Cuáles son las soluciones candidatas para el problema del cliente? ¿Cuáles son las ideas que son de alta prioridad?</i>		<b>Cooperador (para innovación y para el mercado):</b> <i>¿Con quién debería asociarme para realizar la solución o ingresar al mercado?</i>	<b>Hacer y probar:</b> <i>¿Cuáles son las acciones concretas para ir al mercado y las hipótesis de mercado de prueba?</i>
<b>Cliente (misión):</b> <i>¿Quién es mi cliente?</i>	<b>Problema (Mercado):</b> <i>¿Cuáles son las necesidades no satisfechas del cliente?</i>	<b>Solución (Ventaja):</b> <i>¿Cuáles son las propuestas de valor para el cliente?</i>	<b>Empatía (alto concepto):</b> <i>¿Cómo se puede evocar la empatía del cliente?</i>
<b>Exploración de oportunidades:</b> <i>¿Cuáles son las oportunidades de negocio de acuerdo a los ambientes de negocio, necesidades del cliente, estilo de vida, cultura social y tecnología que están cambiando?</i>	<b>Ganancias (Costos):</b> <i>¿Cuál es el flujo de ingresos principal y la estructura de costos del negocio?</i>	<b>Aprender y pivotear:</b> <i>¿Cuáles son las métricas clave para ensayar las hipótesis del mercado?</i>	

Figura 33 Modelo de negocios tipo “Zen Canvas”. Extraído de (Cho, Business Model Zen, the modeling of business model with balanced integrity, customer focus and strategic thinking, 2016)

#### 4.4 Modelo de negocios tipo Zen Canvas para consultora de tratamientos fotocatalíticos

Siguiendo la metodología propuesta por el autor; se muestra el desarrollo del modelo de negocios en el lienzo tipo “Zen Canvas” final para este trabajo:

- Antes de ejecutar el modelo de negocios:

Componente	Objetivo
1. Búsqueda de oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La limpieza del medio ambiente no genera beneficios económicos directos a corto plazo, desmotivando su posterior aplicación en un mercado que busca obtener ganancias.</li> <li>• La persistencia de la larga crisis económica hace que se reduzcan los gastos destinados al cuidado ambiental.</li> <li>• La mayoría de los estudios de procesos avanzados de oxidación son financiados con fondos públicos limitados.</li> </ul>
2. Idea	<p>Consultoría enfocada en la dirección y gestión de proyectos de investigación + desarrollo (I+D) en cooperación: transferencia de conocimientos entre inversionistas de capital semilla y propietarios de procesos fotocatalíticos de desinfección de aguas que puedan ser escalables a nivel industrial y que proyecten ganancias atractivas.</p>
3. Ejecución y ensayo	<p>Definir:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Los componentes requeridos en el tiempo de ejecución: Empresas, organizaciones patrocinadoras, grupos de investigación, laboratorios, proveedores, equipos ofimáticos, oficinas.</li> <li>b. Un mecanismo para construir la relación con los clientes.: Consultora I+D, intermediación en licitaciones públicas o privadas, consecución de inversionistas privados.</li> <li>c. Un proceso para recolectar información y listados detallados: Visitas técnicas a universidades y centros de investigación. Búsquedas en bases de datos de proyectos de interés vigentes y en espera de inversionistas. Contacto con empresas de tratamientos de aguas, ONG, inversores ángeles.</li> </ol>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación de proyectos de investigación de fotocatalisis heterogénea aplicados a tratamientos de aguas que se encuentren en avanzado estado de desarrollo y altamente atractivos para ser implementados a escala industrial y que puedan ser comercializados.</li> <li>- Identificación de proyectos de investigación de fotocatalisis heterogénea aplicados a tratamientos de aguas que muestren eficiencias de alto impacto en sus procesos químicos que requieran de capital semilla para poder continuar con sus investigaciones de mejora de materiales de fabricación y optimización de procesos químicos.</li> <li>- Búsqueda de inversores ángeles privados que inviertan en investigaciones de tratamientos fotocatalíticos de aguas.</li> </ul>
<p>4. Aprender y pivotear</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Medir la cantidad de proyectos individuales que lograron convertirse en proyectos de cooperación de investigación y desarrollo. Verificar si tuvo el efecto esperado.</li> <li>-Creación de nuevos nichos de mercado donde sean aplicables las tecnologías fotocatalíticas en desinfección de aguas.</li> <li>-Intermediación entre inversionistas y desarrolladores de tecnologías fotocatalíticas aplicadas a la desinfección de aguas.</li> <li>-Contacto con organizaciones ambientales de alto impacto que colaboren con la atracción de inversionistas en proyectos medioambientales.</li> <li>-Apoyo en la concreción y cierre de negociaciones entre los investigadores e inversores de proyectos de escalamiento comercial de tecnologías fotocatalíticas aplicadas a la desinfección de aguas.</li> </ul>

**Tabla 24 Proceso iterativo inicial de primer lienzo de modelo de negocio. Fuente: Elaboración**

propia

Con los resultados de la tabla 24, se procedió a construir el lienzo y se obtuvo como primera iteración el siguiente resultado:

<p><i>Generación de ideas:</i></p> <p>Gestión de proyectos de ID-CO (Investigación y desarrollo con cooperación) de escalamiento comercial de procesos fotocatalíticos aplicados a desinfección de aguas.</p>		<p><i>Cooperador (para innovación):</i> Grupos de investigación, universidades, cámaras de comercio, entidades estatales.</p> <p><i>Cooperador (para el mercado):</i> Capitales semilla, inversores ángeles, empresas que inviertan en I+D, incubadoras de negocios.</p>	<p><i>Ejecutar:</i> Visitas técnicas a universidades y centros de investigación. Búsquedas en bases de datos de proyectos de interés vigentes y en espera de inversionistas. Contacto con empresas de tratamientos de aguas, ONG, inversores ángeles.</p> <p><i>Testear:</i> Notificación a partes interesadas vía email o telefónica.</p>
<p><i>Cliente:</i> Investigadores, empresas inversoras en I+D, inversores privados, fondos públicos de inversión en proyectos.</p> <p><i>Misión:</i> Proporcionar a los investigadores acceso a fondos de inversión privados o públicos para ser invertidos en proyectos I+D de escalamiento industrial de fotocatalisis heterogénea aplicada a desinfección de aguas. Ser fuente de información de inversores en proyectos enfocados al cuidado del medio ambiente.</p>	<p><i>Problema:</i> Presupuestos insuficientes para financiar proyectos de investigación enfocados al escalamiento industrial de fotocatalisis heterogénea aplicada a desinfección de aguas. Retorno de inversión a largo plazo.</p> <p><i>Mercado:</i> apropiado para mercado de aguas, cuidado del medio ambiente, mercados de inversión a largo plazo, inversión en investigación y desarrollo (I+D)</p>	<p><i>Solución:</i> Startup de Intermediación entre los inversionistas y los investigadores para las negociaciones pertinentes al desarrollo de los proyectos de escalamiento comercial de procesos fotocatalíticos aplicado a desinfección de aguas.</p> <p><i>Ventaja:</i> El(la) intermediario(a) tiene conocimientos de Ingeniería y de Administración de Negocios.</p>	<p><i>Empatía:</i> Una consultoría que le permita tanto a inversionistas como a investigadores encontrar la cooperación que se necesita para llevar adelante sus proyectos de investigación y desarrollo del área mencionada.</p> <p><i>Alto concepto:</i> Impulsar comercialmente alternativas de purificación de aguas contaminadas para ser reutilizadas. Contribución al desarrollo de tecnologías que utilicen energía solar y que consuman muy poca energía eléctrica. Producción de agua limpia.</p>

<p>Exploración de oportunidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La mayoría de los estudios de procesos avanzados de oxidación son financiados con fondos públicos limitados.</li> <li>• La crisis económica mundial reduce los gastos destinados al cuidado ambiental.</li> </ul>	<p><i>Ganancias:</i> - Uso eficiente de los recursos económicos al utilizar las estrategias adecuadas para invertir en proyectos que tienen altas probabilidades de éxito.</p> <p><i>Costos:</i> Costos de Servicio de consultoría.</p>	<p><i>Aprender:</i> Medir la cantidad de proyectos individuales que lograron convertirse en proyectos de cooperación de investigación y desarrollo.</p> <p><i>Pivotear:</i> Verificar si tuvo el efecto esperado mediante encuestas de satisfacción y retroalimentación periódica con las partes interesadas.</p>
---	---	---

**Tabla 25 Primer lienzo de modelo de negocios para consultora de tratamientos fotocatalíticos de aguas. Fuente: Elaboración**

**propia**

- Después de ejecutar el modelo de negocios:

<b>Componente</b>	<b>Objetivo</b>
1. Búsqueda de oportunidades	<p>Los tratamientos de fotocátalisis han sido ampliamente investigados a escala laboratorio y se han demostrado fehacientemente sus bondades. Sin embargo, no se ha logrado implementar masivamente a escala industrial porque no se ha logrado tangibilizar a través de un modelo de negocio y de un protocolo de transferencia de tecnología a la industria que reduzcan la brecha cada vez más amplia entre las necesidades industriales y la investigación académica. A raíz de este problema, se encuentran varias oportunidades de negocio:</p> <p>Oportunidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar investigadores científicos en entidades públicas y privadas que tengan la capacidad de desarrollar protocolos de transferencia de tecnología.</li> <li>• Buscar inversionistas públicos y privados que estén interesados en invertir en investigaciones y desarrollo de protocolos de transferencia de tecnología de tratamientos de aguas fotocátalisis aplicados a escala industrial.</li> <li>• Buscar fabricas del sector farmacéutico interesadas en comprar e implementar los protocolos de transferencia de tecnología de tratamientos fotocatalíticos desarrollados.</li> <li>• Crear protocolos de transferencia de tecnología de tratamientos fotocatalíticos para el sector farmacéutico.</li> <li>• Mecanismo de transferencia tecnológica: Creación de una empresa para la explotación comercial de una tecnología o conocimiento.</li> <li>• Ser una conexión entre los investigadores científicos y los inversionistas públicos y privados interesados en el</li> </ul>

	<p>desarrollo a escala comercial de tratamientos fotocatalíticos de desinfección de aguas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acotar el servicio a la industria farmacéutica y a la industria textil como nicho de mercado por ser generadores de contaminantes de preocupación emergente (CECs).</li> <li>• Buscar apalancamiento financiero para obtener los recursos económicos requeridos en los proyectos de investigación.</li> </ul>
2. Idea	<p>Crear una empresa que se dedique a la explotación comercial de protocolos de transferencia tecnológica de tratamientos fotocatalíticos para aguas contaminadas de la industria farmacéutica.</p>
3. Ejecución y ensayo	<p>Definir:</p> <p>a. Nuevas Mejoras implementadas a partir del lienzo anterior:</p> <p>Empresas, organizaciones patrocinadoras, grupos de investigación, laboratorios, proveedores, equipos ofimáticos, oficinas.</p> <p>Recursos humanos: Grupo de investigadores, analista de compras e inventarios, auxiliar contable-administrativa, contador público, ingeniero de ventas, Gerente General.</p> <p>Espacios físicos: oficina con mobiliario y equipos de cómputo, laboratorios de aguas, laboratorio de ingeniería química equipados para realizar los estudios de investigación.</p> <p>Adquisición de membresías de revistas científicas.</p> <p>Agregar nuevos índices y desarrollar un nuevo proceso para recolectar información del mercado:</p> <p>Estudios de mercado de la industria farmacéutica.</p> <p>Identificación de posibles inversores públicos y privados, identificar los clientes potenciales de la industria farmacéutica.</p> <p>Costear mi servicio y fijar su precio de venta.</p>

	<p>b. Un mecanismo para construir la relación con los clientes.:  Visitas comerciales a las empresas del sector farmacéutico y textil.  Desarrollo de estrategias de Marketing Digital e implementación de un modelo de gestión de relación de clientes CRM (charlas informativas a empresas)</p> <p>c. Un proceso para recolectar información y listados detallados:  Estudios de mercado de la industria textil y de la industria farmacéutica.</p> <p>Consulta de bases de datos que contengan datos de inversionistas públicos y privados.</p> <p>Luego de hacer un análisis se concluye que el lienzo anterior debe ser remplazado por uno nuevo. Se va a construir un nuevo lienzo para llegar al modelo de negocio definitivo y se descarta el lienzo anterior.</p>
<p>4. Aprender y pivotear</p>	<p>Para que el modelo de negocio funcione es fundamental darle a conocer al cliente que tiene la oportunidad de mejorar una etapa del proceso global de su planta de tratamiento de aguas usando una tecnología amigable con el medio ambiente que le generará a largo plazo beneficios económicos tangibles en el ahorro de energía eléctrica, en la producción de agua más limpia, en el cumplimiento de la normativa ambiental vigente y en la eliminación de contaminantes que no pueden ser tratados con tratamientos convencionales de aguas.</p> <p>El proceso de fotocatalisis de semiconductores para el tratamiento de aguas ha sido objeto de una extensa investigación en las ultimas 3 décadas. Se han producido cientos de informes científicos centrados en la creación de las condiciones adecuadas para ser aplicados en un tratamiento de agua. Sin embargo, se</p>

ignoran los problemas de transferencia de tecnología que acarrear su implementación en las operaciones de tratamientos de aguas municipales; y esto ha generado una gran barrera entre la promoción académica y la aplicación industrial.

Pese a que se ha logrado un éxito en la aplicación de estos tratamientos en pequeños nichos de mercado como lo son los laboratorios, sigue siendo un sueño poder alcanzar la aplicación de dichos tratamientos en la industria. A lo largo de esta investigación se ha aprendido que con una construcción de una estrategia y una metodología cuidadosa donde se consideren los costos, los impactos ambientales y todos los aspectos a tener en cuenta en el escalamiento comercial; es posible generar mayores oportunidades para alcanzarlo.

**Tabla 26 Segundo proceso iterativo de creación de modelo de negocio de consultora de**

**tratamientos fotocatalíticos. Fuente: Elaboración Propia**

Teniendo en cuenta la tabla 26, se construyó la segunda iteración del lienzo del modelo de negocios; el cual será el definitivo para éste trabajo

<p><i>Generación de ideas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrecer a la industria farmacéutica consultorías de dirección y gestión de proyectos de investigación + desarrollo industrial (I+D) de tecnologías de tratamientos fotocatalíticos de aguas en cooperación de: inversionistas públicos y privados e investigadores científicos que estén interesados en participar de la iniciativa.</li> <li>• Crear una empresa que se dedique a la explotación comercial de protocolos de transferencia tecnológica de tratamientos foto catalíticos para aguas contaminadas de la industria farmacéutica.</li> </ul>	<p><i>Cooperador (para innovación):</i> Grupos de investigación, universidades, Personal para el desarrollo de la actividad económica, entidades estatales.</p> <p><i>Cooperador (para el mercado):</i> Cámaras de comercio, inversionistas públicos y privados, ferias científicas, redes sociales laborales (LinkedIn, ResearchGate), equipo comercial de ventas.</p>	<p><i>Ejecutar:</i> Visitas técnicas a fabricas del sector farmacéutico. Visitas a Universidades y entidades públicas y privadas que fomenten la investigación y desarrollo.</p> <p><i>Testear:</i> Consultorías ONLINE.</p>	
<p><i>Cliente:</i> Fabricas de la Industria Farmacéutica que posean alta responsabilidad ambiental y estén en proceso de introducir tecnologías emergentes más limpias, para minimizar su impacto en el medio ambiente, específicamente en el tratamiento de aguas.</p> <p><i>Misión:</i> Llevar a la Industria Farmacéutica una propuesta limpia, amigable e innovadora de descontaminación de aguas para superar a sus competidores, implementando una práctica ecológica que disminuya el impacto ambiental generado por su actividad económica.</p>	<p><i>Problemas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El cliente no tiene conocimiento sobre inserción de tecnologías emergentes dentro de sus tratamientos de aguas (como lo es la fotocatalisis). No pudiendo visualizarla como una estrategia empresarial que le permitirá ganar en competitividad mediante la innovación en sus procesos.</li> <li>• El cliente al comparar su tecnología actual de tratamiento de aguas con una tecnología emergente, descubre no está en capacidad de implementar dicha tecnología desde el punto de vista de</li> </ul>	<p><i>Solución:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrecer un servicio de consultoría donde las fabricas farmacéuticas puedan conocer la fotocatalisis y todos sus beneficios; basado en un manual de protocolo de transferencia de tecnología creado por nuestra organización para que la empresa farmacéutica esté capacitada para instalarlo y utilizarlo dentro de su proceso de purificación de aguas.</li> <li>• Ofrecer a las fabricas farmacéuticas una estrategia y una metodología en donde se considere una evaluación económica detallada de todos los costos a tener en cuenta para su implementación.</li> </ul>	<p><i>Empatía:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consultorías personalizadas y online de presentación que le permita al cliente conocer en detalle el servicio y el producto.</li> <li>• Conferencias de difusión de tecnologías emergentes aplicados a la industria.</li> <li>• Material audiovisual sobre procesos fotocatalíticos.</li> <li>• Ingenieros comerciales altamente capacitados en la materia.</li> </ul> <p><i>Alto concepto:</i> Impulsar comercialmente alternativas de purificación de aguas contaminadas para ser reutilizadas. Contribuir a la inserción de tecnologías emergentes a la industria mediante el desarrollo de una solución integral para la eliminación de contaminantes de preocupación emergente. Fomentar la responsabilidad ambiental empresarial en el sector farmacéutico.</p>

	<p>costos financieros y niveles de conocimientos.</p> <p><i>Mercado:</i> Plantas manufactureras de la industria farmacéutica de Argentina, que utilicen tratamiento de agua contaminadas por sus actividades productivas.</p>	<p><i>Ventajas:</i> Por medio de la implementación de tratamientos de agua fotocatalíticos, las empresas farmacéuticas podrán obtener los siguientes beneficios frente a sus competidores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un rendimiento económico y financiero a largo plazo.</li> <li>• Reducirá los costos de producción mediante un uso efectivo de la energía lumínica y la reutilización del agua en sus procesos de manufactura de medicamentos.</li> <li>• Obtendrán mayor reconocimiento y reputación dentro de los consumidores, al convertirse en una compañía que aplica medidas de responsabilidad ambiental empresarial, lo cual abre la posibilidad de generar más utilidades.</li> </ul>	
<p>Exploración de oportunidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Llevar los tratamientos fotocatalíticos a la industria.</li> <li>• Ofrecer al sector farmacéutico los tratamientos fotocatalíticos como alternativa para eliminar</li> </ul>	<p><i>Ganancias:</i> -Venta de servicios de Consultorías y manuales de protocolos de transferencia de tecnología de tratamientos fotocatalíticos de agua, junto con</p>	<p><i>Aprender:</i> A lo largo de esta investigación se ha aprendido que con una construcción de una estrategia y una metodología cuidadosa donde se consideren los costos, los impactos ambientales y todos los aspectos a tener en cuenta</p>	

<p>los contaminantes que no pueden ser eliminados por tratamientos convencionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tangibilizar a través de un modelo de negocio la transferencia de tecnología para la industria farmacéutica y obtener beneficios económicos mediante la explotación comercial del conocimiento.</li> </ul>	<p>una evaluación detallada de todos los costos de implementación.</p> <p><i>Costos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos</li> <li>• Materiales e insumos</li> <li>• Bibliografía</li> <li>• Servicios técnicos</li> <li>• Software especializado</li> <li>• Salidas de campo</li> <li>• Viajes</li> <li>• Eventos académicos</li> <li>• Publicaciones y patentes</li> <li>• Gastos de operación</li> <li>• Seguimiento y evaluación</li> <li>• Personal científico</li> <li>• Personal comercial</li> <li>• Personal operativo</li> <li>• Alquiler de laboratorios multifuncionales</li> </ul>	<p>en el escalamiento comercial; es posible alcanzar la implementación de tratamientos fotocatalíticos de aguas.</p> <p><i>Pivotear:</i> Enfocar la venta de nuestro Servicio y Producto directamente a las fábricas del sector farmacéutico.</p>
--	---	---

**Tabla 27 Lienzo definitivo de modelo de negocio tipo “Zen Canvas” de Cho. Fuente: Elaboración propia.**

En las próximas páginas se mostrará el plan de negocios construido a partir de la idea de negocio plasmada en éste lienzo.

## **4.5 Plan de negocios para empresa consultora de tratamientos fotocatalíticos “Ing. J. Leguizamón”**

### **4.5.1. Resumen ejecutivo**

Se desarrolló un plan de negocios para la creación de una empresa de servicios de consultoría en tratamientos fotocatalíticos enfocada al tratamiento de aguas residuales contaminadas con los fármacos diclofenac e ibuprofeno producidas por plantas donde se fabrican éstos medicamentos. El plan de negocios se divide en los módulos de gestión estratégica, gestión de marketing, gestión operativa, gestión de personas, gestión legal y gestión financiera. De acuerdo a los cálculos realizados se obtuvieron un VPN de ARS 204.655.567 y un TIR de 221,07% (valores susceptibles de revisión).

### **4.5.2. Módulo de gestión estratégica**

#### **Definición del negocio:**

**Nombre:** Consultora Ing. J. Leguizamón.

**Definición:** Empresa dedicada a la prestación de servicios de investigación y desarrollo de manuales de protocolos de transferencia de tecnología de tratamientos fotocatalíticos aplicados a la descontaminación de aguas del sector farmacéutico de la República Argentina, convirtiendo a sus clientes en empresas responsables ambientalmente mediante la reducción de costos y contaminación en sus procesos productivos.

**Visión:** Para el año 2025, nuestra empresa alcanzará el 30% del share del mercado de laboratorios públicos productores de diclofenac e ibuprofeno; siendo reconocida como una empresa innovadora en implementación de tecnologías emergentes de tratamientos de aguas dentro de la industria farmacéutica Argentina.

**Misión:** Llevar a la Industria Farmacéutica una propuesta limpia, amigable e innovadora de descontaminación de aguas para superar a sus competidores, implementando una práctica ecológica que disminuya el impacto ambiental generado por su actividad económica.

**Valores:**

***TRANSPARENCIA:***

Actuamos de forma abierta, genuina, y positiva frente a nuestros clientes evidenciando claridad en todo lo que hacemos. Reconocemos de forma abierta, clara y oportuna los errores y equivocaciones, buscando soluciones efectivas.

***SOLIDARIDAD***

Somos promotores de unidad en la empresa, sensibles con causas sociales y ambientales. Nos comprometemos de forma genuina con los clientes y colaboradores consolidando la cultura organizacional.

***EXCELENCIA EN EL SERVICIO:***

El personal de nuestra empresa cuenta con un equipo de investigadores y de Ingenieros de venta siempre a la disposición de nuestros clientes, con una destacada actitud de servicio buscando soluciones eficaces a sus necesidades y construyendo relaciones de largo plazo.

***RESPONSABILIDAD SOCIAL:***

Somos una empresa que quiere llevar a sus clientes el sentido de responsabilidad hacia la sociedad mediante la minimización de impacto ambiental fruto de sus actividades productivas.

**Análisis DOFA:**

Análisis DOFA	
Fortalezas (+) Interno	Debilidad (-) Interno
<p>Capital humano especializado en las áreas de I+D y administrativas con alta capacidad de trabajo. Laboratorios multifuncionales con certificación internacional. Empresa con conciencia ambiental.obtener beneficios económicos mediante la explotación comercial del conocimiento.</p>	<p>Empresa sin trayectoria, desconocimiento del mercado, Mantener un financiamiento estable a largo plazo, Alto costo en materia prima, e insumo de trabajo.</p>
Oportunidades (+) Externos	Amenazas (-) Externo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ser una empresa que logra tangibilizar a través de un modelo de negocio la transferencia de la tecnología de fotocatalisis a la industria farmaceutica. Venta de tecnologías limpias. reduccion de costos de producción a largo plazo.</li> </ul>	<p>Inversión de alto riesgo. Impredecibilidad de resultados. Competencia con tratamientos de aguas más económicos. Volatilidad de la economía argentina.</p>

**Tabla 28 Analisis DOFA de consultora de tratamientos fotocataliticos. Fuente: Elaboración**

propia

## Objetivos de gestión estratégica:

Área de gestión	Objetivos estratégicos
Comercial	<p>Crecer en un 6 % anuales , en ventas de consultorías y manuales de protocolos de transferencia de tecnología de tratamiento fotocatalítico de aguas a la industria en un periodo de 5 años.</p>
Operativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 visitas comerciales mensuales a la industria del sector farmacéutico.</li> <li>• Visitas a Universidades y entidades públicas y privadas que fomenten la investigación y desarrollo.</li> <li>• Conferencias de difusión de tecnologías emergentes de tratamientos de aguas aplicados a la industria, para entidades que pertenezcan al sector farmacéutico.</li> </ul>
Persona	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar 4 capacitaciones anuales dirigidas a los investigadores.</li> <li>• Provee un ambiente organizacional de desarrollo y satisfacción del recurso humano, de forma tal que le permita a los funcionarios progresar en base al mérito, aptitudes y habilidades</li> <li>• Garantiza la coordinación de las acciones requeridas de manera oportuna para dar cumplimiento a la remuneración de los colaboradores.</li> </ul>
Legal	<p>Constituirnos como una sociedad de responsabilidad limitada que realice actividades dentro del marco legal pertinente en un periodo de 5 años.</p>
Financiero	<p>Obtener la financiación para la empresa en las siguientes proporciones y fuentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 50% de capital de trabajo mediante capital semilla.</li> <li>• El 25% de los recursos se obtendrán de créditos financieros especiales para emprendimientos que ofrezcan las mejores tasas de interés del mercado.</li> <li>• El 25% restante serán gestionados por medio de inversores ángeles.</li> </ul>

Tabla 29 Objetivos de gestión estratégica para la consultora de tratamientos fotocatalíticos.

Fuente: Elaboración propia.

### **4.5.3 Módulo de gestión de Marketing:**

#### **Estudio de mercado del sector farmacéutico:**

El sector público y privado argentino invierten aproximadamente el 0.53% del PBI en investigación y desarrollo (I+D), según datos publicados por el Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad, y de este valor el 73% de los recursos provienen del Estado. Comparativamente, el país está en el segundo lugar a nivel de América Latina (siendo el primero Brasil con un 1.27% de participación), por debajo de la media de Iberoamérica (0.79%) y le superan los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) con un 2.34% y la Unión Europea con un 1.93% (La Nación, 2019). Es importante recordar siempre que para incentivar las inversiones en la investigación y desarrollo, es fundamental acudir a los actores privados proponiendo las condiciones para invitarlos a invertir sabiendo que hay que hacer esfuerzos a largo plazo con resultados inciertos (La Nación, 2019).

La industria farmacéutica argentina se encuentra dentro de las principales industrias del país, con una facturación de 5.902 millones de dólares (año 2017) y por ello el sector ocupa el 4.9% del PIB industrial del país. Argentina participa en el mercado de América Latina con un 8.4% del total del mercado y se encuentra en el 43° lugar del ranking de las principales industrias farmacéuticas del mundo (Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Buenos Aires, 2019). El sector farmacéutico y fármaco-químico aportó al fisco argentino en el año 2017 un monto de 31.364 millones de pesos argentinos, es decir, 1.894,33 millones de dólares. De ésta recaudación los laboratorios nacionales participaron en mayor medida, lo que se explica por la existencia de una estructura relevante de capital argentino, hecho que no sucede en otros países de América Latina (Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Buenos Aires, 2019). Es destacable la inversión en I+D que se realiza en el sector, siendo el que más aporta en Argentina, ya que el 20% de todo el país la lleva a cabo la industria farmacéutica. Pese a ello, éstas cifras siguen siendo bajas respecto a la de los países más desarrollados, principalmente por la falta de inversión pública y que ésta deba pesar sobre las

principales industrias nacionales (Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Buenos Aires, 2019).

Dentro de la estructura del sector se observa la existencia de 210 laboratorios y 190 plantas manufactureras (160 de capital argentino y 30 de capital multinacional). De igual manera existen 40 laboratorios públicos (12 de capital argentino) que fabrican medicamentos de importante acción terapéutica. Los principales activos elaborados por los laboratorios públicos son los analgésicos, antibióticos y medicamentos destinados al tratamiento de enfermedades crónicas (Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Buenos Aires, 2019):

<b>Principales principios activos elaborados por laboratorios públicos de Argentina</b>		
<b>Principio activo</b>	<b>Accion terapéutica</b>	<b>Laboratorios</b>
Paracetamol	Analgésico	12
Enalapril	Antihipertensivo	11
Furosemida	Diurético	11
Glibenclamina	Hipoglucemiante	11
Diazepam	Ansiolitico	10
Ibuprofeno	Antiinflamatorio	10
Mebendazol	Antiparasitario	9
Permetrina	Pediculicida	9
Amoxicilina	Antibiótico	8
Atenolol	Antihipertensivo	8
Diclofenac	Antiinflamatorio	8
Ranitida	Antiulceroso	8
Fenobarbital	Anticonvulsivo	7
Metformina	Hipoglucemiante	7
Metodopramina	Antiemético	7

**Tabla 30 Principios activos más importantes fabricados por los laboratorios públicos argentinos.**

Extraído de (Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Buenos Aires, 2019).

### **Mercado Consumidor – Segmentación del mercado**

Actualmente el mercado de la industria farmacéutica tiene la necesidad de implementar tratamientos para sus aguas residuales a la medida de sus necesidades productivas. Además

deben estar acordes a las condiciones ambientales y sociales en función de las normativas de las autoridades locales, los consumidores y el medio receptor (Veolia Water Technologies, 2011).

Teniendo en cuenta que el servicio es la venta de consultorías y de manuales de protocolos de transferencia de tecnología de tratamiento fotocatalítico de aguas y que 18 laboratorios son fabricantes de diclofenaco (o diclofenac) e ibuprofeno, los cuales son sustancias de difícil eliminación por tecnologías convencionales; se plantea como objetivo llegar a éstos mercados consumidores.

### **Mercado Competidor**

El mercado competidor de tratamientos de aguas para uso farmacéutico está definido por productos sustitutos o empresas que provean el mismo servicio que la empresa de investigación pretende ofrecer. Los tratamientos de aguas más aplicados en ésta industria son la osmosis inversa, el proceso biológico de fangos activos, proceso con biomasa fija sobre lecho móvil, evaporadores al vacío por compresión mecánica del vapor (Condorchem envitech, 2019).

En Argentina, se observa que los tratamientos de aguas para éste sector en particular provienen del exterior. Por ejemplo, la empresa Veolia es una multinacional proveedora de tratamiento de aguas para las industrias farmacéuticas y cosméticas, donde prometen las últimas tecnologías disponibles para mejorar la eficiencia de fabricación y reducción de costos sin comprometer la seguridad del proceso ni la calidad del producto (Veolia Technologies, 2017). En el mercado nacional se encuentran empresas tales como Inquinat S.A., Química E.G. S.R.L.; y otras empresas que suministran los componentes de las plantas de tratamientos tales como Praxair (gases para tratamientos de aguas) y Grundfos (bombas). No se encontraron empresas argentinas que ofrecieran dentro de su portafolio de productos tratamientos que usaran procesos avanzados de oxidación.

Los procesos sustitutos de la fotocatalisis heterogénea en la eliminación de diclofenaco contenida en aguas residuales son entonces las tecnologías avanzadas consolidadas de la ozonización, el carbón activado en polvo y la irradiación ultravioleta. Para el caso del ibuprofeno, la cavitación hidrodinámica como proceso sustituto tiene la potencialidad de ser un

tratamiento avanzado consolidado efectivo que merece ser investigado pero en el cual se necesita hacer un análisis costo-beneficio para dar cualquier conclusión firme (Rizzo, y otros, Consolidated vs new advanced treatment methods for the removal of contaminants of emerging concern from urban wastewater, 2019).

### **Análisis Competitivo**

Después de haber explorado el mercado, se identificaron las siguientes empresas que comercializan Ozono, equipos Ultravioleta y Carbón Activado (procesos sustitutos):

Empresas nacionales competidoras	Tecnología/producto químico		
	Ozono	Equipos UV	Carbon Activado
Ozona SRL	X		
Ozono Argentina	X	X	
Prominent Argentina	X	X	
Oxi3	X		
Quamag S.R.L.	X		
Ozono Adelo	X		
Inquinat S.A.			X
Xylem Argentina		X	
Biocontrol SRL		X	
Ialcom			X
General Water Company Argentina		X	
Cabotcorp Argentina			X
Carboclean Argentina			X
Veolia Argentina	X	X	

**Tabla 31 Análisis competitivo aplicado a la consultora de tratamientos fotocatalíticos de aguas.**

**Fuente:** Elaboración propia.

A continuación, se hace un análisis de los principales competidores directos frente a la consultora, eligiendo una multinacional (Prominent), una nacional que vende tratamientos de ozono y tratamientos UV (Ozona SRL) y otra multinacional que vende productos químicos (Inquinat S.A). Se tuvieron en cuenta diferentes competencias, las cuales se evaluaron en una escala de 1 a 5:

Concepto	Prominent Argentina	Ozona SRL	Inquinat S.A.	Consultora Ing. J. L.
Experiencia en el campo	4	4	4	3
Tiempo en el mercado	5	5	5	2
Portafolio de productos	5	3	4	2
Publicidad y Mercadeo	5	4	4	2
Servicio al cliente	5	4	4	4
Total	24	20	21	13

**Tabla 32 Competidores directos de Consultora Ing. J. Leguizamón. Fuente: Elaboración propia.**

De acuerdo a ésta evaluación, Prominent Argentina es la empresa más competitiva. La consultora Ing. J. Leguizamón se encuentra en proceso de desarrollo y no cuenta actualmente con la infraestructura para igualar a las empresas que prestan servicios de similares características.

A continuación, se mencionan las ventajas competitivas de la consultora Ing. J. Leguizamón:

#	Ventaja
1	Conocimiento de la tecnología y de su costeo
2	Acompañar al cliente la ruta para implementar la fotocatalisis como tecnología emergente en su empresa
3	Servicio al cliente cordial y efectivo
4	Conexiones con universidades y empresas
5	Tecnología amigable con el medio ambiente

**Tabla 33 Ventajas competitivas de la empresa consultora Ing. J. Leguizamón. Fuente:**

**Elaboración propia.**

### **Mercado Proveedor**

A continuación, se mencionan los proveedores que la consultora encontró necesarios para poder desarrollar sus actividades comerciales de manera eficiente:

<b>Proveedores</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Producto o servicio</b>
Movilbox	Alquiler de containers - Laboratorio
Laboratorio CIC	Servicios de analisis de aguas
Laboratorio Analisis de aguas	Servicios de analisis de aguas
Evonik Degussa Argentina S.A.	Dioxido de titanio
Laboratorios Cicarelli	Reactivos para experimentos
ZT Lab	Reactivos para experimentos
Sigma-Aldrich	Reactivos para experimentos
Access Tech	Sistemas para la industria quimica
Figmay	equipos de vidrio borosilicato y cuarzo (Reactores)
Xian Toption Instrument Co. Ltd	Simulador solar de xenon (caja solar) - reactor fotocatalitico
ElSevier	Empresa de analisis de informacion
Asus	Laptops
Buenos Aires Office	Espacio de Coworking
Instrumental Pasteur	Insumos y equipos para laboratorio
Propietarios de depósitos	Alquiler de espacio habilitado para laboratorios

**Tabla 34 Proveedores de la empresa consultora Ing. J. Leguizamón. Fuente: Elaboración propia.**

Se eligen a los principales proveedores del negocio en función de la frecuencia de uso y criticidad para el servicio de la consultora:

<b>Criterios</b>	<b>Proveedores Criticos por mayor frecuencia de uso</b>					
	<b>Evonik Degussa Argentina S.A.</b>	<b>Propietarios de depósitos</b>	<b>Laboratorio Analisis de aguas</b>	<b>Laboratorios Cicarelli</b>	<b>Xian Toption Instrument Co. Ltd</b>	<b>ElSevier</b>
Precio	2	3	5	4	5	5
Disponibilidad	5	5	5	5	3	5
Servicio	5	3	5	5	4	5
Reputación	5	3	5	5	5	5
Garantias	5	3	5	5	5	5
Calidad	5	4	5	5	5	5
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>21</b>	<b>26</b>	<b>29</b>	<b>27</b>	<b>35</b>

**Tabla 35 Evaluación de proveedores críticos. Fuente: Elaboración propia**

## Proyección de ventas

Proyección de ventas								
Valor por proyecto	Tarifa fija mensual	Personal a cargo	Proyecto por consultor anual	Total año 1	Total año 2	Total año 3	Total año 4	Total año 5
Consultoría en escalamiento comercial y protocolo de transferencia de tecnología	ARS 573.099	Gerente general	5	ARS 34.385.940	ARS 82.526.256	ARS 148.547.261	ARS 198.063.014	ARS 356.513.426
Valor por hora	Tarifa variable (hora)	Personal a cargo	h (año)	Total año 1	Total año 2	Total año 3	Total año 4	Total año 5
Asesoría por hora	ARS 1.000	Ingeniero de ventas	845	ARS 845.000	ARS 1.200.000	ARS 1.440.000	ARS 1.460.160	ARS 1.752.192
Total anual (Nota: 20% de incremento de precios anual)				ARS 35.230.940	ARS 83.726.256	ARS 149.987.261	ARS 199.523.174	ARS 358.265.618

Tabla 36 Proyección de ventas de la consultora Ing. J. Leguizamón. Fuente: Elaboración propia

### 4.5.3.1 Estrategia del marketing

#### 4.5.3.1.1 Estrategia de producto

El siguiente cuadro describe en detalle las características de los dos servicios que la empresa ofrece a sus clientes. Para financiar el monto total del servicio principal durante el año se cobra una tarifa mensual de consultoría y en caso de requerir acompañamiento en la implementación del tratamiento fotocatalítico se ofrecen consultorías por hora:

N°	Servicios	Características
1	Consultoría en escalamiento comercial y protocolo de transferencia de tecnología de tratamiento fotocatalítico de aguas	Servicio de consultoría donde las fabricas farmacéuticas puedan conocer la fotocatalisis y todos sus beneficios; en donde se crea un manual de protocolo de transferencia de tecnología creado por nuestra organización para que la empresa

		farmacéutica esté capacitada para instalarlo y utilizarlo dentro de su proceso de purificación de aguas. Dentro del manual se encuentra una estrategia y una metodología en donde se entrega una evaluación económica detallada de todos los costos a tener en cuenta para su implementación.
2	Acompañamiento	Servicio pensado para apoyar al usuario en la implementación del tratamiento fotocatalítico en la fábrica de fármacos.

**Tabla 37 Caracterización de los servicios a prestar por parte de la consultora Ing. J. Leguizamón.**

**Fuente:** Elaboración propia

#### **4.5.3.1.2. Estrategia de precios:**

##### **Estructura de precios:**

La estructura de precios se basa en el costo de los recursos humanos y los costos fijos mensuales de operación de la empresa. Los salarios del equipo de trabajo constituyen el 74% del total del costo de operación. Para establecer los salarios, se tomó en cuenta el ingreso medio de los asalariados plenos según variables seleccionadas en el primer trimestre de 2019 publicado por el boletín de estadísticas laborales del Ministerio de Producción y Trabajo de la República Argentina (Ministerio de Producción y Trabajo de la República Argentina, 2019). Para establecer los costos fijos mensuales se consultó el simulador de tarifas de energía eléctrica de Edenor (Edenor, 2019), el cuadro tarifario de Aysa (AySA, 2019) y otros sitios web para obtener precios de referencia de alquileres, consumo de telefonía celular y análisis de aguas:

<b>Costos fijos Mensuales operativos</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Valor</b>
Electricidad	ARS 5.427
Agua	ARS 3.837
Materiales de oficina	ARS 5.000
Telefonia celular	ARS 1.549
Telefonía fija	ARS 685
Gastos varios	ARS 5.000
Alquiler de galpón	ARS 76.000
Analisis de laboratorio tercerizados	ARS 16.000
<b>Total Mensual</b>	<b>ARS 112.813</b>

**Tabla 38 Costos fijos mensuales de la empresa de consultoria Ing. J. Leguizamón. Fuente:**

**Elaboración propia.**

<b>Costos de Recursos Humanos (Mensual)</b>										
<b>N°</b>	<b>Cargos</b>	<b>N° de puestos</b>	<b>Salario Mensual Bruto (ARS)</b>	<b>Jubilación</b>	<b>Pami</b>	<b>Obra social</b>	<b>Fondo Nacional del empleo</b>	<b>Seguro de vida obligatorio</b>	<b>Salario mensual Neto (ARS)</b>	<b>Total salarios mensuales netos (ARS)</b>
1	Analista de laboratorio - Nivel Técnico	2	ARS 38.992,13	ARS 4.969,92	ARS 621,24	ARS 1.863,72	ARS 465,93	ARS 9,32	ARS 31.062,00	ARS 62.124,00
2	Analista de compras - Nivel Técnico	1	ARS 38.992,13	ARS 4.969,92	ARS 621,24	ARS 1.863,72	ARS 465,93	ARS 9,32	ARS 31.062,00	ARS 31.062,00
3	Auxiliar contable-administrativo(a) - Nivel Técnico	1	ARS 38.992,13	ARS 4.969,92	ARS 621,24	ARS 1.863,72	ARS 465,93	ARS 9,32	ARS 31.062,00	ARS 31.062,00
4	Contador publico - Profesional Universitario	1	ARS 53.414,27	ARS 6.808,16	ARS 851,02	ARS 2.553,06	ARS 638,27	ARS 12,77	ARS 42.551,00	ARS 42.551,00
5	Ingeniero de ventas - Profesional Universitario	1	ARS 53.414,27	ARS 6.808,16	ARS 851,02	ARS 2.553,06	ARS 638,27	ARS 12,77	ARS 42.551,00	ARS 42.551,00
6	Gerente General Comercial - Profesional Universitario	1	ARS 53.414,27	ARS 6.808,16	ARS 851,02	ARS 2.553,06	ARS 638,27	ARS 12,77	ARS 42.551,00	ARS 42.551,00
Total en un mes										ARS 251.901,00

**Tabla 39 Costos de recursos humanos de la consultora Ing. J. Leguizamón. Fuente: Elaboración**

**propia.**

Total costos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Recurso humano proyectos Anual – salario bruto (ajuste salarial 20% anual por inflación)	ARS 3.794.535,96	ARS 4.553.443,15	ARS 5.464.131,78	ARS 6.556.958,14	ARS 7.868.349,77
Costos fijos (incremento de servicio anual 15%)	ARS 1.353.756,00	ARS 1.556.819,40	ARS 1.790.342,31	ARS 2.058.893,66	ARS 2.367.727,70
Total	ARS 5.148.291,96	ARS 6.110.262,55	ARS 7.254.474,09	ARS 8.615.851,80	ARS 10.236.077,47

**Tabla 40 Proyección a 5 años de costos de recursos humanos de la consultora Ing. J. Leguizamón**

<b>Precio de venta</b>	
Consultoria de escalamiento comercial y protocolo de transferencia	Valor
Costo de producción mensual por proyecto	ARS 429.824
Descuento (3%)	ARS 12.895
Impuesto (21% IVA)	ARS 90.263
Comision de venta (10%)	ARS 4.298
Margen deseado (25%)	ARS 107.456
Precio de venta Mensual	ARS 573.099

**Tabla 41 Estimación de precio de venta de la consultoria en escalamiento comercial y protocolo de**

**transferencia. Fuente: Elaboración propia.**

Se fijó el valor de la hora de acompañamiento en el proceso de escalamiento a 1000 ARS.

#### **Estrategia de distribución:**

Al tratarse de una empresa de investigaciones científicas, la distribución del servicio es a través de un esquema directo de fabricante a consumidor final. Se entregarán reportes mensuales al cliente de las actividades realizadas (toma de muestras periódicas de agua, análisis

físicoquímicos, corridas experimentales, etc.). No se requiere alquilar un local de venta al público porque las actividades de ventas se harán desde las oficinas del laboratorio. Tendremos un agente de ventas propio y adicionalmente se harán actividades de mercadeo mediante correos electrónicos, visitas a las empresas farmacéuticas, asistencia a congresos y networking.

### **Estrategia de comunicación:**

Para dar a conocer nuestros servicios, es un requisito hacer un plan de comunicaciones que nos permita exteriorizar al mercado los productos que hay disponibles. La estrategia se basa en planes de comunicación externa e interna.

El presupuesto asignado y las herramientas para ejecutar el plan de comunicación se muestran en la tabla 42:

<b>Presupuesto para materiales de plan de comunicación</b>		
<b>Componentes</b>	<b>Elementos</b>	<b>Presupuesto</b>
Papeleria	Tarjetas Personales + tarjetas de presentacion	ARS 3.000
	Hojas membreteadas A4	ARS 850
	Trípticos o dípticos	ARS 2.000
Publicidad	Publicidad en Google	ARS 1.500
	Mailing	ARS 900
Web page mensual	Diseño de mailing	ARS 2.900
	Hosting y dominios	
	Diseños de paginas web	
	Administrador de web y redes sociales	
Total		ARS 11.150

**Tabla 42 Presupuesto para materiales de plan de comunicación de la consultora Ing. J.**

**Leguizamón. Fuente: Elaboración propia.**

Las herramientas a utilizar para ejecutar el plan de comunicación externa son: una página web donde se indique la misión, visión, objetivos de nuestra empresa, imágenes, textos y contenidos relacionados con lo que hacemos. Para habilitar nuestra posición en los motores de búsqueda, se pagarán servicios Premium que nos pongan en la cabecera de Google y en

cuanto al posicionamiento en las redes sociales; se escogen los portales de LinkedIn y ResearchGate por ser páginas web que contienen contactos corporativos y científicos.

El objetivo principal del plan de comunicación externa es transmitir a nuestros clientes actuales y potenciales que nuestro servicio se enfoca en generar un gran sentido de responsabilidad ambiental empresarial en la industria farmacéutica. El plan de comunicación interna va dirigido a los colaboradores de la empresa enfocado en los aspectos operativos, estratégicos, cultural, motivacional, retroalimentación y propositiva para que exista claridad en cada una de sus funciones y cómo son los mecanismos de comunicación dentro de la empresa. Con base en éstas premisas se crearán los manuales de comunicación externa y comunicación interna.

#### 4.5.4 Módulo de gestión operativa:

En éste apartado se muestran los objetivos de la operación, los recursos materiales requeridos y todo lo necesario para que la empresa pueda prestar su servicio.

##### 4.5.4.1 Objetivos de producción u operativos:

Objetivos de producción u operativos			
Nº	Servicios	Unidad	Cantidad al año
1	Consultoría en escalamiento comercial y protocolo de transferencia de tecnología	proyecto	5
2	Acompañamiento	h	845

Tabla 43 Objetivos de producción u operativos de la empresa consultora Ing. J. Leguizamón.

Fuente: Elaboración propia.

La consultoría no es solamente asesorar al cliente con los conocimientos de la tecnología fotocatalítica; sino que también hay que realizar ensayos y análisis de laboratorio como parte de la validación a escala industrial de la tecnología dentro de la industria farmacéutica. En ése

sentido, el servicio es integral porque sólo terceriza los análisis de aguas después de realizar los experimentos dentro de nuestro laboratorio.

#### 4.5.4.2 Productos químicos e insumos necesarios:

Los recursos materiales requeridos en el laboratorio de la consultora son los siguientes:

<b>Productos químicos e insumos necesarios</b>					
<b>N°</b>	<b>Recursos materiales</b>	<b>Detalles</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio unitario</b>
1	Dioxido de titanio	Fotocatalizador usado en las corridas experimentales.	25	kg	70USD + impuestos
2	Termometro -10 a 250°C	Medicion de temperatura	2	unidad	899 ARS
3	Vaso de vidrio precipitado	Contenedor de liquidos	4	Unidad	195 ARS
4	Erlenmeyer	Contenedor de liquidos	4	Unidad	418,89 ARS
5	Tubos de ensayo	Contenedor de liquidos	4	Paquete por 12 und	495 ARS
6	Pipeta 25 mL	Transporte de liquidos	2	Unidad	350,29 ARS

**Tabla 44 Productos químicos e insumos necesarios en la empresa consultora. Fuente: Elaboracion**

**propia.**

#### 4.5.4.3 Capacidad de prestación de servicio, activos fijos y ciclo del servicio:

La capacidad actual de prestación del servicio de consultoría, los activos fijos y el ciclo de servicio son los siguientes:

Capacidad de prestación de servicio		
Produccion (unidad)	Unidad	Capacidad de produccion
Consultoria en escalamiento comercial y protocolo de transferencia de tecnología	Proyecto	4
Acompañamiento	h	800

Tabla 45 Capacidad de prestación de servicios de la consultora. Fuente: Elaboración propia.

Activos fijos					
N°	Activo Fijo	Area	Característica técnica	Cantidad	Precio unitario
1	Reactor fotocatalitico	Laboratorio	Reactor utilizado para hacer corridas experimentales necesarios para el estudio.	2	3632 USD + impuestos
2	Centrífuga	Laboratorio	Centrífuga Arcano Tdl 80-2b Macro Para 12 Tubos Apta Prp	1	22182,54 ARS
3	Balanza de laboratorio	Laboratorio	Balanza Analítica De Precisión Kretz Serie A-3000g 0.05g	2	26900 ARS
4	Desionizador de agua	Laboratorio	Máquina de agua desionizada de laboratorio TOB-DBW-SYS-10L/H	1	1000 USD + impuestos
5	Agitador con mezclador	Laboratorio	Agitador Magnético "Arcano" Con Calefacción Y Sonda De Contacto.	2	9265,08 ARS
6	Laptop	Laboratorio/Administracion	Computador portatil de oficina	7	24000 ARS
7	Impresora multifuncion	Laboratorio	Impresora para laboratorio sencilla	2	3440 ARS
8	Escritorio y silla (Combo)	Laboratorio/Administracion	Muebles y enseres de oficina	7	12689 ARS
9	Telefono movil	Administracion	Celulares	3	12000 ARS
10	Sensor de pH	Laboratorio	Hach Pocket 1217918	1	18500 ARS

Tabla 46 Activos fijos de la compañía. Fuente: Elaboración propia

<b>Ciclo del servicio</b>	
<b>Procesos internos</b>	<b>Procesos claves</b>
<i>Procesos operativos</i>	Ensayos de laboratorio, elaboración de informes.
<i>Procesos administrativos</i>	Compras e inventarios, manejo de cartera. Financiamiento. Búsqueda de inversionistas.
<i>Procesos comerciales</i>	Ventas, Telemarketing, visitas industriales, consultoría de acompañamiento.

**Tabla 47** Ciclo de servicios de la compañía. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.4.4 Flujograma de venta de servicio de consultoría, de corridas experimentales en laboratorio y de costeo de escalamiento comercial del proceso fotocatalítico

##### Flujograma de venta de servicio de consultoría:

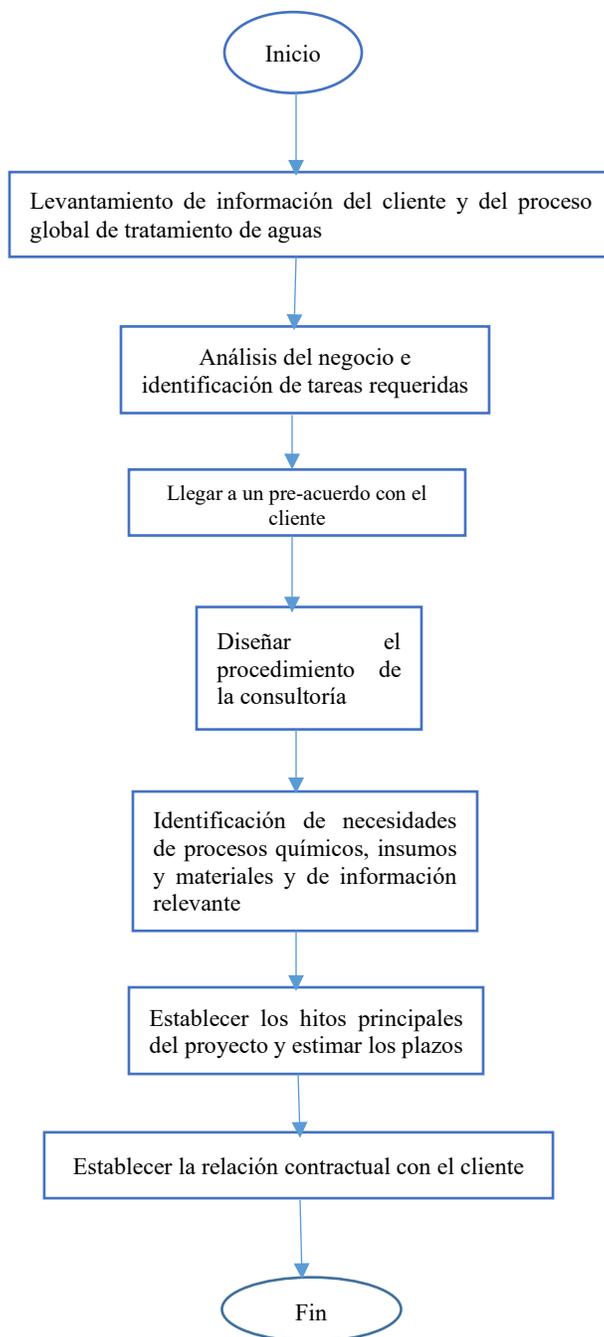


Ilustración 1 Flujograma de venta de servicio de consultoría

## Flujograma de corridas experimentales en laboratorio:

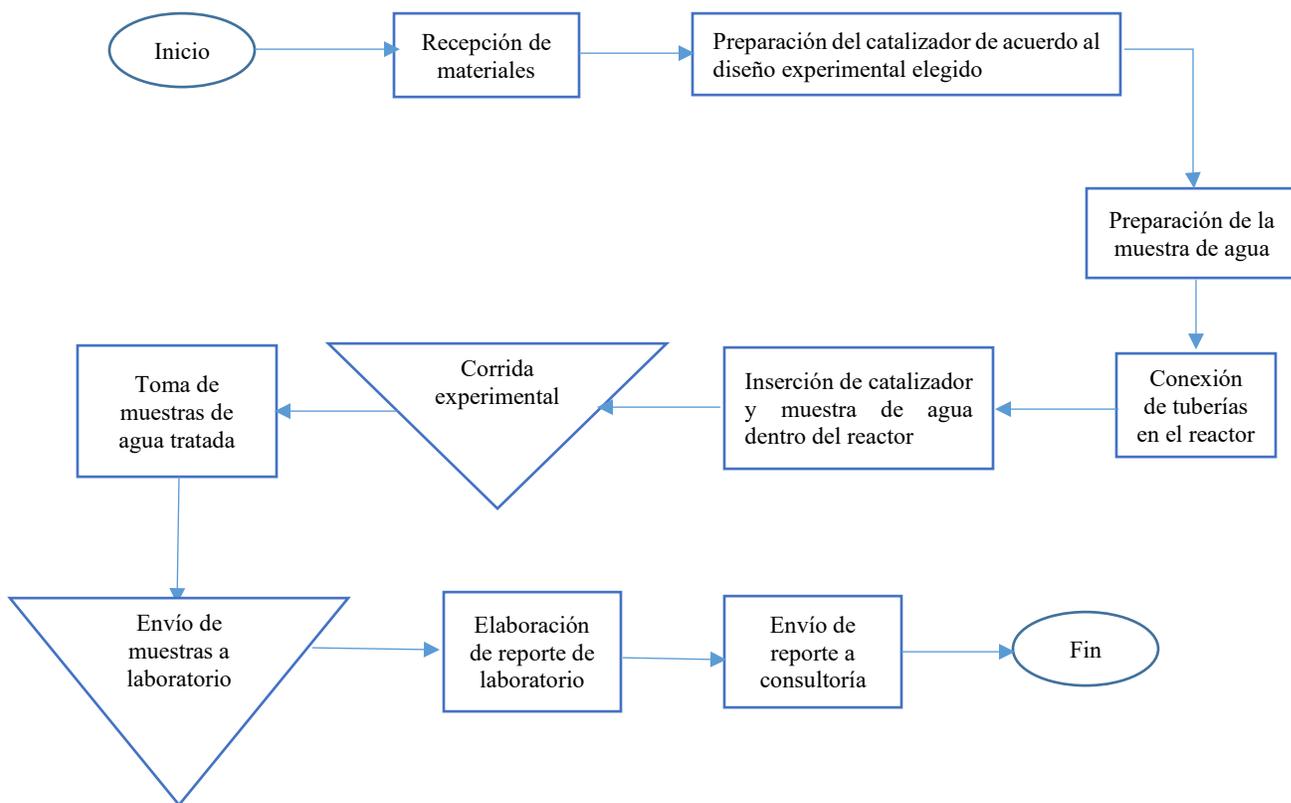
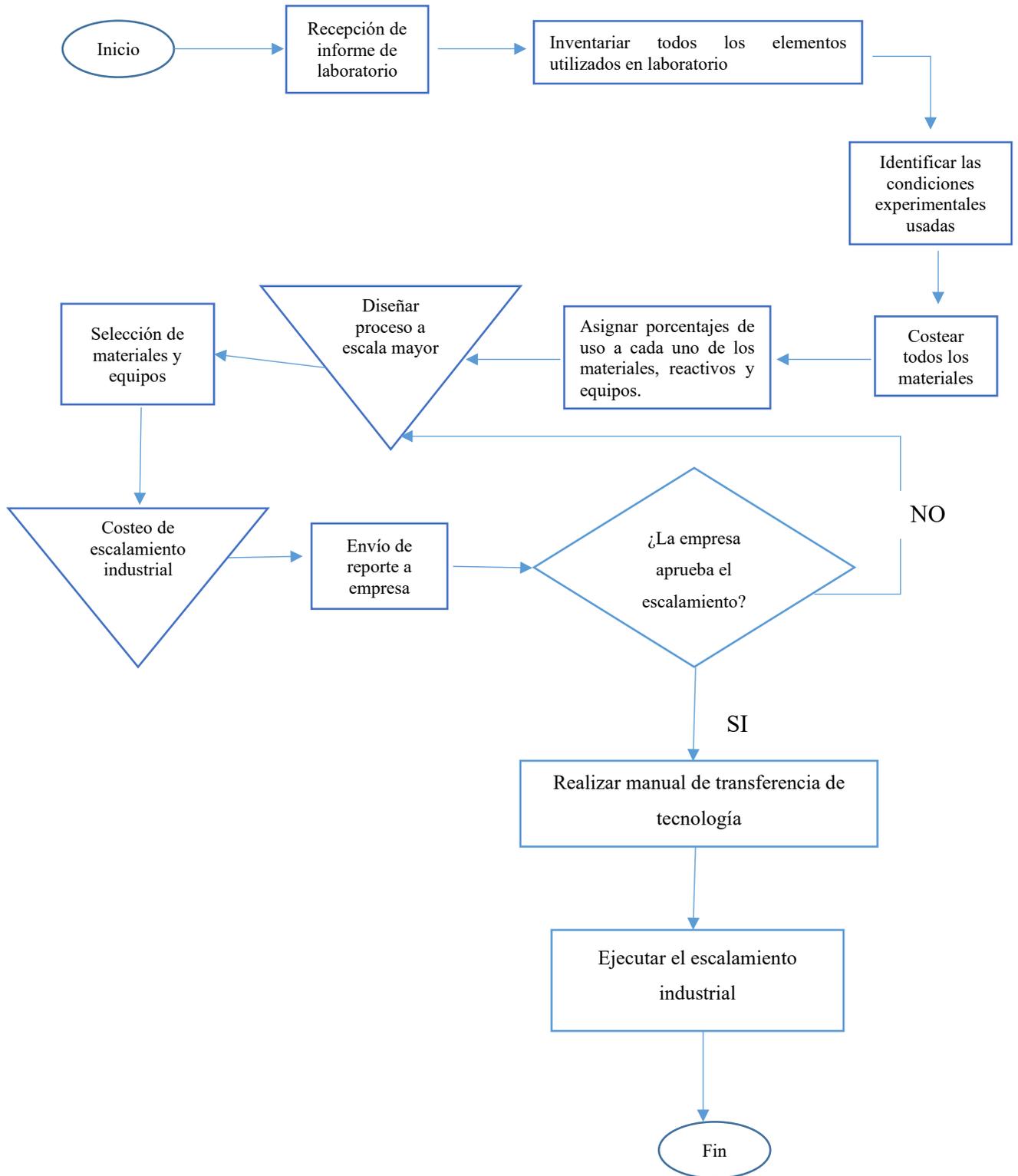


Ilustración 2 Flujograma de corridas experimentales en laboratorio

### Flujograma de costeo de escalamiento industrial de proceso fotocatalítico:



**Ilustración 3 Costeo de escalamiento industrial de tratamiento fotocatalítico**

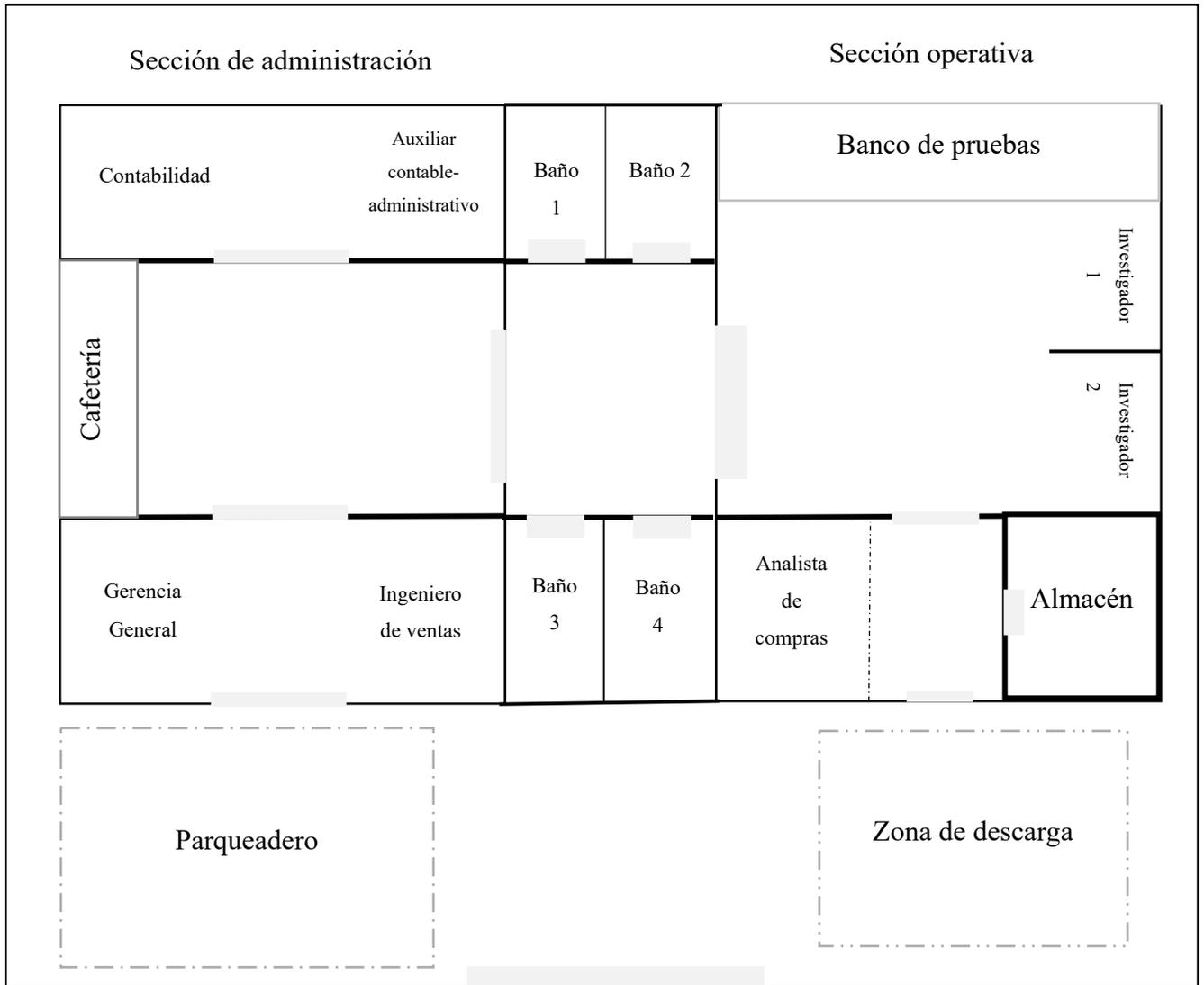


Figura 34 Distribución de la planta de la empresa consultora Ing. J. Leguizamón. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.4.6 Localización:

Alternativa	Localización
Alternativa 1	Panamericana-Colectora al 2000 - Villa Adelina
Alternativa 2	Catamarca al 200 - Villa Ballester
Alternativa 3	Gral Guido al 1500 - Beccar
Alternativa 4	Rio Lujan al 1600 - Tigre

Tabla 48 Alternativas de localización de la empresa consultora. Fuente: Elaboración propia.

**Criterios de localización:** En la tabla 49 se mencionan y evalúan los criterios de localización más importantes para la empresa.

N°	Criterios de localización	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
1	Servicios basicos disponibles	4	4	5	5
2	Seguridad	5	5	5	5
3	Accesibilidad para el personal	5	3	2	1
4	Potenciales riesgos sociales	1	1	1	1
5	Potenciales riesgos ambientales	1	1	1	1
6	Estacionamiento para clientes disponibles	3	5	3	1
Total		19	19	17	14

**Tabla 49 Evaluación de alternativas de localización de la empresa. Fuente: Elaboración propia.**

De acuerdo a la evaluación realizada, hay dos alternativas que tienen el mismo puntaje; y por cercanía a la capital se escoge la alternativa 1.

### **Buenas prácticas laborales**

N°	Buenas prácticas	Descripción
1	Normas de seguridad	Se diseñará un manual que contemple todos estos aspectos enfocados en reducir los riesgos de accidentes laborales dentro de los laboratorios y de la empresa
2	Normas de higiene	
3	Normas ambientales	
4	Normas sociales	

**Tabla 50: Buenas prácticas laborales en la empresa. Fuente: Elaboración propia.**

## 4.5.5 Módulo de gestión de personas

### 4.5.5.1 Estructura organizativa

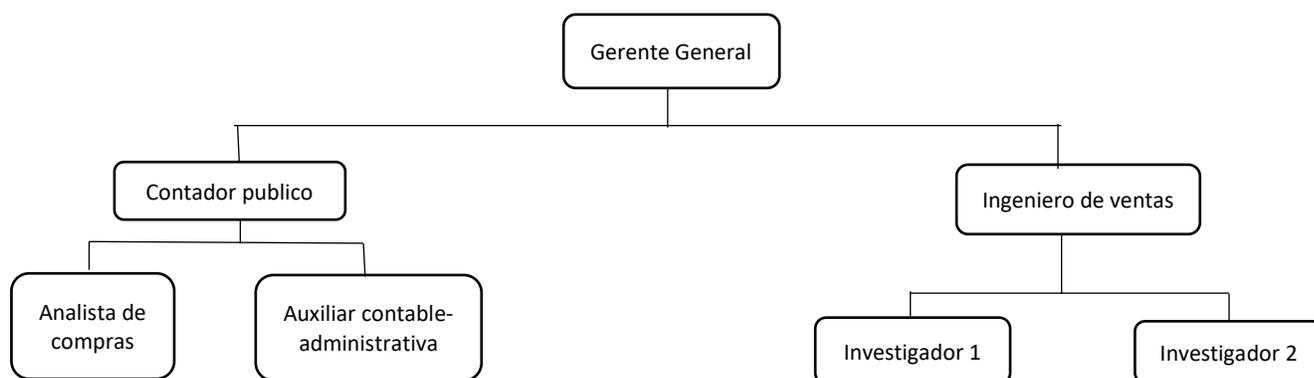


Figura 35 Estructura organizativa de la empresa de consultoría Ing. J. Leguizamón. Fuente:

Elaboración propia.

### 4.5.5.2 Necesidad de personal

Necesidad de personal							
Areas	Cargos	Cantidad	Contratación		Remuneración		
			Permanente	Temporal	Salarial	Comisión	Jornal
Administrativa	Contador Publico	1	X	N/A	ARS 42.551,00	N/A	N/A
	Auxiliar contable-administrativo(a)	1	X	N/A	ARS 31.062,00	N/A	N/A
	Analista de compras	1	X	N/A	ARS 31.062,00	N/A	N/A
Comercial	Ingeniero de ventas	1	X	N/A	ARS 42.551,00	ARS 4.298,00	N/A
	Gerente General Comercial	1	X	N/A	ARS 42.551,00	N/A	N/A
Operativa	Analista de laboratorio 1	1	X	N/A	ARS 31.062,00	N/A	N/A
	Analista de laboratorio 2	1	X	N/A	ARS 31.062,00	N/A	N/A

Tabla 51 Necesidad de personal dentro de la empresa consultora. Fuente: Elaboración propia

## Principales funciones

Gestión	Principales funciones
Administrativa	Administrar los recursos, hacer las liquidaciones de salarios respectivos, realizar cobros, realizar compras de insumos y materias primas.
Comercial	Comercializar los protocolos de transferencia de tecnología y realizar las labores de consultoría
Operativa	Colaborar con los experimentos necesarios para los estudios de escalamiento comercial, validación de procesos, acompañar al área comercial en las visitas técnicas a los clientes.

Tabla 52: Principales funciones administrativas de personal de la empresa. Fuente: Elaboración

propia.

### 4.5.5.3 Reclutamiento y selección de personal

En este apartado se muestran las descripciones detalladas de cada perfil y las condiciones de trabajo consideradas en la selección de personal dentro de la empresa

#### Perfil de ingeniero de ventas:

Cargo	Ingeniero de ventas
Relevamiento del cargo	No existe
Perfil	Es un perfil de carácter técnico y comercial abierto al trabajo en equipo multidisciplinar. Ingeniero civil, químico o ambiental. Deseable que cuente con especialización en marketing.
Conocimiento	Conocimiento teórico-práctico de las etapas de diseño y puesta en marcha de infraestructuras del agua y de todas las actividades necesarias para obtener una explotación efectiva de los sistemas que posteriormente se construyen e instalan. Conocimiento específico de procesos fotocatalíticos de aguas.
Experiencia	3 años en ventas de tratamientos de aguas convencionales. 2 años de experiencia en proyectos de investigación.

<b>Actitudes</b>	Anticipación de problemas, honestidad, capacidad de adaptación, habilidades comunicativas, enfoque a las ventas
<b>Funciones principales</b>	Potenciar y asistir al mercado de tratamientos fotocatalíticos de aguas, visita a clientes existentes y prospección de clientes potenciales. Confección de cotizaciones y seguimiento de presupuestos.
<b>Condiciones de trabajo</b>	Trabajo en oficina, trabajo en campo. Se le suministra la dotación completa. Entrega de informes semanal. Comisiones de 10% por ventas.
<b>Días y horarios</b>	Lunes a Viernes de 8 a 5 PM
<b>Remuneración</b>	ARS 42.551,00
<b>Tipo de contratación</b>	Contrato a termino indefinido

Tabla 53 Perfil de ingeniero de ventas. Fuente: Elaboración propia

### Perfil de analista de compras

<b>Cargo</b>	Analista de compras
<b>Relevamiento del cargo</b>	No existe
<b>Perfil</b>	Persona encargada de desarrollar y negociar con proveedores, abastecer a la organización eficientemente, analizar el consumo mensual para la compra idónea, elaboración de pedidos en tiempo y forma, elaborar ordenes de compra con los criterios necesarios que requiere la empresa, disminuir costos en el producto o servicio adquirido sin afectar la calidad del mismo, programar la entrega de proveedores con la normatividad de limpieza y seguridad debida.
<b>Conocimiento</b>	· Estudiante avanzado de ingeniería industrial, administración de empresas o carreras afines. · Idioma: Inglés Intermedio/Avanzado, Manejo de MS Office, Paquetes de contabilidad.
<b>Experiencia</b>	· Experiencia mínima de 1 año en compras
<b>Actitudes</b>	Honestidad, agilidad, sentido de urgencia.

<b>Funciones principales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Cotizar, negociar y generar ordenes de compra de las materias primas, insumos y demás materiales requeridos por la empresa.</li> <li>·Soportar la creación y mantenimiento de nuevos acuerdos y/o lista de precios en el sistema.</li> <li>·Actualización de catálogos de compras</li> <li>· Asistir a clientes internos</li> <li>· Realizar análisis de información periódica.</li> <li>·Revisión y actualización de órdenes de compra abiertas.</li> <li>- Responsable del almacén.</li> </ul>
<b>Condiciones de trabajo</b>	Trabajo en oficina, trabajo en laboratorio
<b>Dias y horarios</b>	Lunes a Viernes de 8 a 5 PM
<b>Remuneración</b>	ARS 31.062,00
<b>Tipo de contratación</b>	Contrato a termino indefinido

**Tabla 54 Perfil de analista de compras. Fuente: Elaboración propia.**

**Perfil de Analista de laboratorio 1 y analista de laboratorio 2:**

<b>Cargo</b>	Analista de laboratorio 1 y analista de laboratorio 2
<b>Relevamiento del cargo</b>	No existe
<b>Perfil</b>	Perfil técnico diseñado para apoyar en el desarrollo, control y analisis de laboratorio de aguas en el banco de prueba de reactores fotocataliticos.
<b>Conocimiento</b>	Educación mínima: Universidad / Carrera técnica/Técnico en instrumentación industrial
<b>Experiencia</b>	Años de experiencia: 1 Disponibilidad de viajar: Eventual
<b>Actitudes</b>	Sentido de responsabilidad, servicial, honestidad, trabajo en equipo.

<b>Funciones principales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomar las muestras de aguas en campo.</li> <li>• Operar el banco de prueba.</li> <li>• Realizar los ensayos según el plan de inspección y ensayo de acuerdo a la orden de laboratorio cumpliendo con las normativas pertinentes.</li> <li>• Registrar los resultados de los ensayos en los formatos que corresponde</li> <li>• Validar la funcionabilidad del banco de pruebas y demas instrumentos analiticos.</li> <li>• Realizar los informes de ensayo por cada lote de acuerdo con la orden de laboratorio.</li> <li>• Realizar inventario, cronograma y mantenimiento de los equipos de medición del laboratorio y de producción.</li> <li>• Colaborar con el ingeniero de ventas y gerencia cuando sea necesario, proporcionando información que aporte a los proyectos de investigación en curso.</li> </ul>
<b>Condiciones de trabajo</b>	Trabajo en laboratorio. Contacto con sustancias quimicas de distinta indole. Se le entrega la dotación correspondiente. Cumplimiento de normas de seguridad y salud en el trabajo.
<b>Dias y horarios</b>	Lunes a Viernes de 8 a 5 PM
<b>Remuneración</b>	ARS 31.062,00
<b>Tipo de contratación</b>	Contrato a termino indefinido

Tabla 55 Perfiles de analistas de laboratorio. Fuente: Elaboración propia.

#### Perfil de Contador Público:

<b>Cargo</b>	Contador público
<b>Relevamiento del cargo</b>	No existe
<b>Perfil</b>	Encargado de Administracion, Finanzas, Impuestos y Nominas
<b>Conocimiento</b>	Contador público graduado.
<b>Experiencia</b>	Años de experiencia: 3 Manejo avanzado de MS Excel y paquetes contables en general.
<b>Actitudes</b>	Proactividad y ser ordenado en su trabajo y en la programación de tareas.
<b>Funciones principales</b>	Supervision y control de: gestion de cobranzas y facturación, emisión de pago a proveedores,

	conciliación de cuentas clientes/proveedores, conciliación bancaria diaria y presupuesto financiero semanal/mensual/anual. Aprobación de facturas a pagar, liquidación de impuestos, generación de balances mensuales, liquidación de sueldos, atención de inspecciones de AFIP.
<b>Condiciones de trabajo</b>	Trabajo de oficina.
<b>Días y horarios</b>	Lunes a Viernes de 8 a 5 PM
<b>Remuneración</b>	ARS 42.551,00
<b>Tipo de contratación</b>	Contrato a termino indefinido

Tabla 56 Perfil de contador público. Fuente: Elaboración propia.

**Perfil de auxiliar contable-administrativo(a):**

<b>Cargo</b>	Auxiliar contable-administrativo(a)
<b>Relevamiento del cargo</b>	No existe
<b>Perfil</b>	Apoyo a labores contables.
<b>Conocimiento</b>	Estudiante de carreras economicas (Licenciatura en Administración de empresas, Contabilidad pública o afines) ó Tecnicatura en contabilidad
<b>Experiencia</b>	Años de experiencia: No se requiere Manejo basico de MS Excel. Disponibilidad para aprender.
<b>Actitudes</b>	Proactividad y ser ordenado en su trabajo y en la programación de tareas.
<b>Funciones principales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingresos de facturas al sistema.</li> <li>• Análisis de cuenta.</li> <li>• Imputaciones.</li> <li>• Archivo de documentación.</li> <li>• Seguimiento de rendiciones.</li> </ul>
<b>Condiciones de trabajo</b>	Trabajo de oficina.
<b>Días y horarios</b>	Lunes a Viernes de 8 a 5 PM
<b>Remuneración</b>	ARS 31.062,00
<b>Tipo de contratación</b>	Contrato a termino indefinido

Tabla 57 Perfil de auxiliar contable-administrativo. Fuente. Elaboración propia.

### Perfil de Gerente General Comercial:

<b>Cargo</b>	Gerente General Comercial
<b>Relevamiento del cargo</b>	No existe
<b>Perfil</b>	Director general de la empresa con experiencia comercial que permita dirigir la organización de una forma integral.
<b>Conocimiento</b>	Especialización o maestría en administración de empresas; manejo avanzado de hojas de cálculo, hoja de trabajo; Inglés Avanzado B2/C1. Disponibilidad para viajar.
<b>Experiencia</b>	Años de experiencia: 10 años en gerencias comerciales de empresas de tratamientos de aguas. Amplio conocimiento del mercado farmaceutico.
<b>Actitudes</b>	Debe ser enfocado(a), ordenado(a) y organizado(a), capacidad de análisis y de coordinar el trabajo de las diferentes áreas de la empresa.
<b>Funciones principales</b>	Coordinar y supervisar el buen funcionamiento de la empresa. Asistiendo en el desarrollo de objetivos de mejora a corto y largo plazo. Conocimientos o competencias obligatorias: Indispensable el don de liderazgo y mando. Debe conocer ampliamente la industria de tratamientos de aguas y tener conocimientos de fotocátalisis aplicado a desinfeccion de aguas.
<b>Condiciones de trabajo</b>	Trabajo de oficina.
<b>Dias y horarios</b>	Lunes a Viernes de 8 a 5 PM
<b>Remuneración</b>	ARS 42.551,00
<b>Tipo de contratación</b>	Contrato a termino indefinido

Tabla 58 Perfil de gerente general comercial. Fuente: Elaboración propia.

### 4.5.6 Módulo de gestión legal:

Para la creación de la consultora, se escogió la figura de Sociedad Anónima Simplificada (S.A.S) de la ley N° 27349 de 29 de Marzo de 2017 porque la responsabilidad de los empresarios están limitados a la proporción del aporte de capital en la actividad comercial,

se protege el patrimonio personal de cada individuo y permite que haya un solo socio (Ministerio de Justicia y Derechos Humanos, 2019). Bajo esta figura también se facilita la incorporación de inversión externa para financiar la empresa mediante la compra de acciones. Es el instrumento más utilizado en la actualidad para constituir una empresa de forma económica y rápida. La S.A.S. que se constituye es de un solo socio.

Los costos legales aproximados de la constitución de la empresa son los expresados en la tabla 59:

Gestiones	
Aspectos impositivos	Costos
Obtención del CUIT de la empresa	Gratuito
Orden de impresión de factura	ARS 1.350
Aspectos Jurídicos	Costos
Desarrollo de estatuto modelo	Gratuito
Costo de tramite S.A.S	ARS 8.438
Oficinas de control	Costos
Alta de impuestos nacionales en AFIP	Gratuito
Alta de impuestos locales en AGIP	Gratuito
Propiedad intelectual	Costos
Presentacion de patentes	6000
Oficios de transferencia de modelo industrial	600
Oficios de anotaciones	500
Permisos para operar	Costos
Habilitacion de emprendimiento socio-productivo	2700
Total	ARS 19.588

**Tabla 59 Costos aproximados de constitución de la empresa. Fuente: Elaboración propia**

En el mercado argentino existe la joven Ley de la Economía del Conocimiento (EDC), la cual ampliará las posibilidades de hallar capital de trabajo para los proyectos de la consultora. Con esta ley se van a crear 215000 puestos de trabajo de calidad y alcanzará los USD 15.000 M de exportación en el año 2030; la cual está enfocado principalmente a actividades productivas que se caracterizan por el uso intensivo de tecnología y que requieren capital humano altamente calificado (Endeavor Argentina, 2019). En ese sentido, aquellas empresas alcanzadas por esta ley deben tener el 70% de su facturación en actividades de EDC y cumplir con al menos dos de

los siguientes tres requisitos: Acreditar procesos de calidad, inversión de un 3% de la facturación en I + D compensable con un 8% de la masa salarial en capacitación de los empleados y exportaciones en un 13% de su facturación a excepción de los centros de exportación de servicios (BPO) cuyo mínimo es el 70% de exportación (Endeavor Argentina, 2019). Legalmente es conocida como el Régimen de Promoción de la Economía del Conocimiento o Ley 27506 del 22 de Mayo de 2019 y en ella se contemplan también las actividades de ingeniería, ciencias exactas y naturales, ciencias agropecuarias y ciencias médicas vinculadas a tareas e investigación y desarrollo experimental (Boletín Oficial de la República Argentina, 2019).

Es importante recordar siempre que para incentivar las inversiones en la investigación y desarrollo, es fundamental acudir a los actores privados proponiendo las condiciones para invitarlos a invertir sabiendo que hay que hacer esfuerzos a largo plazo con resultados inciertos (La Nación, 2019).

#### **4.5.7 Módulo de gestión financiera:**

Para obtener los recursos económicos y financiar la actividad de la empresa se recurrirán a fondos de capital semilla para emprendimientos y también a programas especiales que el Estado Argentino tiene para apoyar la creación de PyMES. Tal es el caso del programa Capacitación PyME del Ministerio de Producción, donde se apoyan programas de formación a través del reintegro parcial de los costos de capacitación (Ministerio de Producción de la República Argentina, 2018). Así mismo las líneas de crédito que el Estado Argentino ofrece son consideradas dentro de las estrategias de financiación de la organización. Por último, se recurrirá al uso de capital propio para ser invertido en la presente propuesta de negocio.

#### 4.5.7.1 Inversión total:

La inversión total calculada para este proyecto se muestra en la tabla 60. Algunos equipos de laboratorio deben ser importados; en cuanto a obtención de recursos de terceros se recurren a programas estatales donde se financian las capacitaciones de personal e inversores ángeles que proporcionen recursos mediante agencias de emprendimiento privadas:

<b>Inversion Total</b>				
<b>N°</b>	<b>Inversiones</b>	<b>Financiación</b>		<b>Total</b>
		<b>Propia</b>	<b>Terceros</b>	
<b>1</b>	<b>Activos fijos</b>			
1.1	Reactor fotocatalitico		X	ARS 221.387
1.2	Centrífuga		X	ARS 22.183
1.3	Balanza de laboratorio		X	ARS 26.900
1.4	Desionizador de agua		X	ARS 80.777
1.5	Agitador con mezclador		X	ARS 9.265
1.6	Laptop		X	ARS 24.000
1.7	Impresora multifuncion		X	ARS 3.440
1.8	Escritorio y silla (Combo)		X	ARS 12.689
1.9	Telefono movil		X	ARS 12.000
1.10	Sensor de pH		X	ARS 18.500
<b>2</b>	<b>Inversiones Pre-Operativas</b>			
2.1	Elaboración del proyecto	X		ARS 50.000
2.2	Constitución Legal	X		ARS 8.438
2.3	Gastos de formalización	X		ARS 7.000
2.4	Licencia y permisos	X		ARS 2.700
2.5	Registro de marca	X		ARS 7.100
2.6	Investigación de mercado	X		ARS 6.300
2.7	Capacitación de personal		X	ARS 500.000
2.8	Campaña de marketing inicial	X		ARS 40.000
<b>3</b>	<b>Capital de trabajo</b>			
3.1	Stock inicial	X		ARS 2.065.925
3.2	Caja mínima	X		ARS 166.073
<b>Inversion Total ARS</b>				<b>ARS 3.284.677</b>

Tabla 60 Detalle de la inversión total de la empresa de consultoria. Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.7.2 Depreciación:

La tabla 61 muestra la depreciación de la maquinaria, muebles y equipos informáticos de la empresa. Los equipos informáticos son los que más pierden valor.

<b>Depreciación</b>				
<b>Nº</b>	<b>Activos fijos</b>	<b>Valores</b>	<b>Vida Útil</b>	<b>Depreciación Anual</b>
1	Maquinarias	ARS 379.012	10 años	ARS 37.901
2	Muebles	ARS 88.823	10 años	ARS 8.882
3	Equipos Informáticos	ARS 27.440	5 años	ARS 5.488
Total depreciación anual				ARS 52.271
Total depreciación mensual				ARS 4.356

Tabla 61 Depreciación de maquinarias, muebles y equipos informáticos de la empresa. Fuente:

Elaboración propia

#### 4.5.7.3 Presupuesto de venta:

El presupuesto calculado para cada uno de los servicios de la consultora se expresan en la tabla 62.

<b>Presupuesto de venta</b>				
<b>Nº</b>	<b>Servicios</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Mensual (ARS)</b>	<b>Anual (ARS)</b>
1	Consultoría en escalamiento comercial y protocolo de transferencia de tecnología (unidad)	5	573099	6877188
2	Acompañamiento (h)	875	70416	844992
Total			643515	7722180

Tabla 62 Presupuesto de venta de la consultora. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.7.1 Costo total:

A continuación, se muestran los cálculos de los costos de los servicios que la empresa suministra.

**Costo variable:**

<b>Costo variable - Servicio de consultoria de escalamiento comercial (Base Mensual)</b>				
<b>Concepto de costeo</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
Mano de obra (5 personas)	Unidad	1	ARS 147.226	ARS 147.226
Cargas Sociales	Unidad	1	ARS 37.561	ARS 37.561
Insumos	Unidad	1	ARS 8.028	ARS 8.028
Costo de comercialización	Unidad	1	ARS 5.575	ARS 5.575
<b>Total de costo</b>				ARS 198.390
<b>Costo unitario</b>				ARS 198.390

**Tabla 63 Costos variables del servicio de escalamiento comercial de la consultora. Fuente:**

Elaboración propia.

<b>Costo variable - Servicio de acompañamiento en escalamiento comercial (Base Mensual)</b>				
<b>Concepto de costeo</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
Mano de obra (2 personas)	Unidad	1	ARS 106.829	ARS 106.829
Cargas Sociales (2 personas)	Unidad	1	ARS 21.701	ARS 21.701
Insumos	Unidad	0	ARS 0	ARS 0
Costo de comercialización	Unidad	1	ARS 5.575	ARS 5.575
<b>Total de costo</b>				ARS 134.105
<b>Costo unitario</b>				ARS 134.105

**Tabla 64 Costos variables del servicio de acompañamiento en escalamiento comercial. Fuente:**

Elaboración propia.

### Resumen de costos variables:

Resumen de costos variables				
Servicios	Unidad de medida	Cantidad Anual	Costo Unitario Mensual	Costo total Anual
Servicio de consultoria de escalamiento comercial	Unidad	5	ARS 198.390	ARS 11.903.400
Servicio de acompañamiento en escalamiento comercial	h	845	ARS 865	ARS 730.925
<b>Total costos variables del año</b>				<b>ARS 12.634.325</b>

Tabla 65 Síntesis de los costos variables de la empresa. Fuente: Elaboración propia.

### 4.5.7.2 Costos Fijos:

La tabla 66 muestra los costos fijos de la empresa. Aquellos que son más altos son los salariales y las provisiones fraccionadas de cuentas.

Costos Fijos			
N°	Conceptos	Mensual	Anual
1	Salario del propietario y/o socios	ARS 42.551	ARS 510.612
2	Salarios Fijos (Personal administrativo)	ARS 209.350	ARS 2.512.200
3	Alquiler	ARS 76.000	ARS 912.000
4	Telefono Fijo + Internet	ARS 1.751	ARS 21.012
5	Celulares	ARS 1.549	ARS 18.588
6	Energía Eléctrica	ARS 5.427	ARS 65.124
7	Agua	ARS 3.837	ARS 46.044
8	Seguro	ARS 169	ARS 2.024
9	Mantenimiento/Limpieza	ARS 700	ARS 8.400
10	Movilización administrativa	ARS 5.000	ARS 60.000
11	Depreciación correspondiente al mes	ARS 4.356	ARS 52.272
12	Previsión fraccionada de cuentas anuales	ARS 2.935.912	ARS 35.230.940
13	Amortización de los costos pre-operativos	ARS 4.356	ARS 52.272
14	Otros (Imprevistos, cuotas de préstamos, etc.)	ARS 100.000	ARS 1.200.000
<b>Total</b>		<b>ARS 3.390.957</b>	<b>ARS 40.691.488</b>

Tabla 66 Costos fijos de la consultora. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.7.3 Costo de personal:

Costo de personal					
Cargos por área de gestión	Remuneraciones			Tipo de costo	
	Salarios mensual	Comisiones	Otros	CV	CF
Dirección	ARS 42.551				X
Administrativo	ARS 31.062				X
	ARS 31.062				X
	ARS 42.551				X
Operaciones	ARS 31.062				X
	ARS 31.062				X
Comercial	ARS 42.551	ARS 4.255		X	
<b>Total</b>	ARS 251.901	ARS 4.255			

Tabla 67 Costo de personal de la empresa. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.8 Estado de resultado:

Estado de resultado			
N°	Indicadores	Mensual	Anual
1	INGRESOS	ARS 2.935.912	ARS 35.230.940
1.1	Ventas	ARS 2.935.912	ARS 35.230.940
2	EGRESOS (2.1 + 2.2)	ARS 1.252.115	ARS 16.341.100
2.1	Costos Variables	ARS 1.052.860	ARS 12.634.325
2.2	Costos Fijos	ARS 199.255	ARS 3.706.775
3	MARGEN (1.1-2.1)	ARS 1.883.051	ARS 22.596.615
4	UTILIDAD BRUTA (1-2)	ARS 1.683.796	ARS 18.889.840
5	IMPUESTOS (30% de 4)	ARS 505.139	ARS 5.666.952
6	UTILIDAD LIQUIDA (4-5)	ARS 1.178.657	ARS 13.222.888

Tabla 68 Estado de resultados de la empresa. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.8.1 Indicadores de viabilidad:

<b>Indicadores de viabilidad</b>	
Utilidad (Utilidad Mes x 100/Ventas del mes)	4015%
Rentabilidad (Utilidad x 100 / Inversión total)	39344%
Punto de equilibrio (Costos fijos / (Margen de contribución/Ventas)	5286925,3
Tiempo de retorno de la inversión (Inversión inicial/Utilidad)	0,254166156

**Tabla 69** Indicadores de viabilidad calculados para éste negocio (Bóveda, Oviedo, & Yakusik,

**Guía práctica para la elaboración de un plan de negocio, 2015).**

A continuación, se muestra la evaluación de inversión y los cálculos de VAN y TIR para éste plan de negocios. Los valores son susceptibles de ser revisados y podrían no ser los definitivos en caso de ser necesario corregirlos.

#### 4.5.9 Evaluación de la inversión

Flujo de caja							
Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
Flujo de ingresos							
	Incremento porcentual de ventas	0	5%	5%	5%	5%	5%
(+)	Ventas	0	34385940	82526256	148547260,8	198063014,4	356513425,9
Flujo de egresos							
(-)	Inversiones	ARS 3.360.811	ARS 4.539.468	ARS 5.718.125	ARS 6.896.783	ARS 8.075.440	ARS 9.254.097
(-)	Costos variables	ARS 0	ARS 3.706.775	ARS 3.892.114	ARS 4.086.719	ARS 4.291.055	ARS 4.505.608
(-)	Costos Fijos	ARS 0	ARS 40.691.488	ARS 42.726.062	ARS 44.862.366	ARS 47.105.484	ARS 49.460.758
(=)	f Flujo efectivo Neto	-ARS 3.360.811	-ARS 14.551.791	ARS 30.189.954	ARS 92.701.393	ARS 138.591.035	ARS 293.292.962

Tabla 70 Flujo de caja de la consultora. Fuente: Elaboración propia.

VAN y TIR: Por el criterio del VPN, el proyecto se acepta. Y bajo el criterio del TIR se acepta porque 221.07% es mayor que 25% (Tasa de rendimiento mínima aceptable).

TREMA (Tasa de rendimiento mínima aceptable)	25%	
Año	Flujo de caja	Operaciones VPN
0	-ARS 3.360.811	-ARS 3.360.811
1	-ARS 14.551.791	-ARS 11.641.433
2	ARS 30.189.954	ARS 19.321.571
3	ARS 92.701.393	ARS 47.463.113
4	ARS 138.591.035	ARS 56.766.888
5	ARS 293.292.962	ARS 96.106.238
VPN		ARS 204.655.567
TIR		221,07%

Tabla 71 Calculo de VAN y TIR para la empresa consultora. Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La gestión del agua en la ciudad de Comodoro Rivadavia es compleja y se puede estudiar desde diferentes puntos de vista: El manejo de las aguas residuales, las denuncias de la población sobre la mala calidad del agua, las deficiencias en el sistema de acueducto, entre otros. Dicha complejidad brinda a los ingenieros el reto de proponer soluciones que faciliten la optimización de la calidad del líquido con un buen equilibrio entre el costo y el beneficio.

Se detectaron en la ciudad de Comodoro Rivadavia oportunidades de aplicar potencialmente la fotocatalisis heterogénea con  $\text{TiO}_2$  en la mineralización de contaminantes en el lago Musters, en la sustitución del sistema de cloración para la desinfección de agua dentro de la planta de tratamiento de aguas y en el tratamiento de las aguas cloacales que son lanzadas al mar sin tratar. Las encuestas que fueron respondidas muestran un interés potencial en el uso de la fotocatalisis en la ciudad patagónica, por lo cual considerando las recomendaciones del estudio de (Gimenez, Esplugas, Malato, & Peral, 2019) y con un manual de transferencia de tecnología adecuado puede desarrollarse el proyecto de escalamiento comercial con todas las precauciones posibles.

No obstante, es imposible obviar los niveles de disponibilidad comercial de tecnologías fotocatalíticas con luz solar porque en ellos se constata que su estado de disposición a nivel mundial entre las etapas de investigación aplicada, prototipo e ingreso al mercado. Aquellas aplicaciones que están cercanas a convertirse en una aplicación comercial rentable necesitan profundizar en la compactación de los reactores, en el menor uso de recursos tales como terrenos, superficies de reactores, catalizadores (entre otros); y éstos hechos le hacen muy difícil a la fotocatalisis con  $\text{TiO}_2$  competir con tecnologías convencionales que cuentan con una economía a escala mejor desarrollada. Más aún, la creación de modelos de negocios para el empalme entre los investigadores de la fotocatalisis y la industria se hace visible y necesaria como uno de los componentes para lograr su implementación en el tratamiento de grandes volúmenes de agua.

La ausencia de buenas herramientas de gestión administrativas y financieras de la SCPL no propician un buen escenario para la implementación de propuestas de innovación dentro del tratamiento de aguas que actualmente existe en la ciudad porque un proyecto de fotocátalisis como técnica desinfectante principal es muy costoso en el uso de químicos, mantenimiento de los reactores y la baja capacidad de transformación del agua que no se ajusta al elevado caudal diario transportado a la planta de tratamiento. Actualmente, no es difícil advertir que no está dentro de las prioridades de los inversionistas dirigir recursos para proyectos de mejora de dispositivos potabilizadores de agua porque los esfuerzos para éste rubro se enfocaron en la construcción de una planta desalinizadora que entregue mayor cantidad de agua y en las plantas de tratamientos de efluentes cloacales con tecnologías convencionales ya conocidas.

De todos modos, se cree que de la única manera que una tecnología podría incursionar en el mercado maduro es continuar investigando y apostar a éste tipo de propuestas. La idea de la creación de una consultora ambiental para dar a conocer la fotocátalisis con  $\text{TiO}_2$  usada en desinfección de aguas es en sí mismo un reto de emprendimiento porque al ser poco conocido hay que hacer una gran inversión de dinero y tiempo sin tener certeza del éxito económico-financiero de la iniciativa. Para que la fotocátalisis aplicada a la desinfección de aguas tenga éxito comercial se propone complementar los conocimientos científicos con conocimientos de administración y mercadeo. El factor humano en éste tipo de empresas es un aspecto muy importante que puede impulsar de manera positiva el inicio y continuación de proyectos de esta clase. Si la iniciativa se incorpora al proyecto de vida del(a) emprendedor(a) es posible considerar otro tipo de ganancias que no sean únicamente las económicas como fuerza motriz para continuar con el proyecto. La empresa contemporánea se basa en diversas motivaciones y metas que contemplan varios campos como las motivaciones, metas personales, metas financieras, metas familiares y metas espirituales (Murcia Cabra, 2015).

Por último, se puede decir de la hipótesis inicial que es nula porque a pesar de no conocer de qué se trata la fotocátalisis heterogénea ni los beneficios económicos y sociales que dicha tecnología les pudiera traer; porque en las encuestas los resultados muestran que si tienen receptividad positiva sobre el tema.



## CAPITULO VI - CONCLUSIONES

### **Conclusión objetivo 1:**

Para una población proyectada de 202352 habitantes la demanda de agua es 55444 m<sup>3</sup>/día (274 L/habitante). El costo del tratamiento instalado global es de \$1.99/m<sup>3</sup>. Asumiendo que el costo de tratamiento de agua de Comodoro Rivadavia, Rada Tilly y Diadema Argentina es de 0.231 USD/ m<sup>3</sup> (dólar histórico año 2014 = 8.58) (Cotización Dolar, 2019); se puede decir que es notablemente inferior al publicado en el estudio de fotocátalisis aplicada a purificación de agua de lagos de (Ljubas, 2005) (0.53 USD/m<sup>3</sup>).

La oferta actual de agua es inferior a la demanda de la población porque hay sobreexplotación del recurso hídrico por parte de las industrias y el sector agrario; y porque la infraestructura construida actualmente no abastece por completo a Comodoro Rivadavia, Caleta Olivia, Rada Tilly y Sarmiento. Las demandas potenciales en el mercado de los tratamientos fotocatalíticos se encuentran en tres aplicaciones: tratamiento de agua del Lago Musters para eliminar los materiales orgánicos naturales, la desinfección de agua para consumo humano por sustitución o combinación del tratamiento de cloración que existe actualmente y en el tratamiento de aguas cloacales en plantas descentralizadas para producir agua cuyo uso sea el riego agrícola. Por otra parte, tanto las encuestas como la observación in-situ y búsqueda en páginas web muestran que en la ciudad no existen empresas que ofrezcan tratamientos de aguas similares o idénticos a los aquí estudiados y tampoco hay una línea de investigación en la UNPSJB que trabaje de manera concreta el área de fotocátalisis.

### **Conclusión objetivo 2:**

Se determinó que los clientes potenciales para los tratamientos de aguas fotocatalíticos con TiO<sub>2</sub> serían principalmente la Sociedad Cooperativa de Comodoro Rivadavia y la Municipalidad de Comodoro Rivadavia por ser las entidades que gestionan en conjunto el recurso hídrico. En cuanto a las preferencias de los clientes; al no poder obtener una entrevista con el gerente de saneamiento, no fue posible identificar si conoce el tratamiento y qué preferiría del mismo. De igual forma, de las encuestas realizadas se observa que al no conocer

con precisión el tratamiento y sus características, no es posible establecer cuáles serían concretamente sus preferencias. Teniendo en cuenta los dispositivos instalados actualmente en las plantas de tratamientos de aguas, los artículos de los diarios que hablan de la temática del agua, y los resultados actuales que tiene la población en la calidad y cantidad del agua; puede concluirse que para las obras de ingeniería cuyo propósito es la desinfección de aguas se opta por las opciones más conocidas que ya se ha comprobado que funciona y que son más económicas sin tener en cuenta la posibilidad de reducir la contaminación inherente a los subproductos químicos generados durante el proceso. De la información recopilada se puede afirmar que el principal obstáculo de la implementación a escala comercial son los altos costos de materiales, insumos y operación. Es muy probable que las preferencias de los clientes se inclinen por un precio más reducido que los que puede proporcionar las tecnologías ya establecidas.

### **Conclusión objetivo 3:**

Se extraen de los dos resultados obtenidos de las encuestas que existe una receptividad potencial hacia los tratamientos de agua fotocatalíticos aplicados a la potabilización de aguas. Adicionalmente al interactuar con el nicho de mercado de reciclaje de aguas residuales para riego de terrenos probablemente se tendría una receptividad positiva por parte de la población y las entidades públicas. En Comodoro Rivadavia se está tomando mayor conciencia de la importancia de la recolección, tratamiento y reutilización de las aguas residuales. Se estima que sucedería lo mismo con las otras dos aplicaciones potenciales en lagos y desinfección de agua para beber.

### **Conclusión objetivo 4:**

Se remite nuevamente a las respuestas de las encuestas, al desconocer la existencia y funcionamiento de la fotocatalisis, no es posible determinar qué tan importante podría ser el uso de esta tecnología. En la encuesta realizada, una persona expresó que si bien no sabe de qué se trata el tratamiento si cree que es “muy importante”. Puede ser que la pregunta no haya sido entendida bien. El estudio de la fotocatalisis aplicada en el ámbito de la desinfección de aguas podría ser una de las opciones que las autoridades tengan en consideración dentro de los lineamientos de los planes estratégicos de infraestructura del Chubut, en donde se plantea como

uno de los objetivos la preservación del recurso hídrico, tanto de las aguas superficiales como de las subterráneas.

#### **Conclusión objetivo 5:**

Se propone la creación de una consultora de tratamientos de aguas que promuevan este tipo de tecnologías utilizando conocimientos de administración de empresas y de técnicas de costeo específicas para éstas tecnologías. La mejor forma de proponer un cambio en los procesos de potabilización actuales es mediante un servicio de consultoría porque se estarían buscando respuestas técnicas específicas que facilitarían un cambio en el modelo actual de tratamientos que, como puede observarse a lo largo del documento, no han dado los efectos deseados. También, el diseño y producción de un manual de transferencia de tecnología se hace indispensable para que se pueda escalar exitosamente los procesos fotocatalíticos dentro de una empresa. Ofertar un servicio de éstas características en la ciudad de Comodoro Rivadavia por el momento no parece ser atractivo porque la SCPL se encuentra en déficit operativo de acuerdo al informe del tribunal de cuentas. No hay que olvidar que a nivel mundial la fotocatalisis en desinfección de aguas está aún en etapa de ingreso al mercado maduro. Por lo cual sería arriesgado implementar esta tecnología sin tener la robustez en un proyecto de esta envergadura. No obstante, se puede a través de un grupo de investigación de la UNPSJB fomentar el interés por éstas tecnologías para en un futuro proponer una solución adecuada a la cooperativa o bien pensar en un sistema de distribución de agua descentralizada.

#### **Conclusión objetivo 6:**

Los servicios de la consultora pueden crear innovación organizacional en las empresas que deseen participar en el desarrollo de tecnologías fotocatalíticas a escala industrial donde se promueva la investigación que apunte a la generación de modelos de negocio y manuales de transferencia de tecnología. Como escenario inicial para la empresa de consultoría se eligió el mercado farmacéutico por ser un rubro que recibe constantemente recursos económicos cuantiosos para invertir en investigación y desarrollo. Se espera que con el reciclaje de aguas residuales podrían incrementar su rentabilidad y disminuirían la contaminación ocasionada por sus actividades industriales. El uso del modelo de negocios tipo “Zen Canvas” permite tener

una visión más integral para la identificar los ítems necesarios para que la idea de negocio se convierta en un plan de negocio satisfactorio.

## CAPITULO VII - RECOMENDACIONES

- Se recomienda investigar el uso de reactores fotocatalíticos en las plantas descentralizadas propuestas por (Raimundo, Mendez, & Argüello, 2019) para fomentar su difusión y aportar a la comunidad científica con los resultados que allí se pudieran obtener. Tomando una postura conservadora, se propone comenzar con estudios de laboratorio para identificar si los contaminantes encontrados en los efluentes pueden ser abordados directa o indirectamente mediante ésta técnica y con base en ello generar los proyectos de investigación necesarios para ganar la robustez necesaria en la planificación progresiva de puesta en marcha de purificación de volúmenes de aguas mayores. Los usos que se les puede dar a éste tipo de aguas son el riego con finalidades paisajísticas, recreacionales en lagunas artificiales, en emprendimientos agrícola-forestales, actividades industriales o en usos urbanos que no requieren agua potable.

- Se recomienda realizar estudios de factibilidad de uso de fotocátalisis en el pretratamiento del Lago Musters tomando como antecedentes los estudios reportados por (Ljubas, 2005). Esto debido a que existen escasas investigaciones que han estudiado la posibilidad de utilizar proceso avanzados de oxidación en la eliminación de materia orgánica natural de lagos (NOM en inglés – Natural Organic Water), y sus conclusiones han sido positivas en cuanto a la efectividad del tratamiento.

- Se recomienda impulsar la creación de emprendimientos que comercialicen procesos avanzados de oxidación en Argentina, aprovechando la poca o nula oferta de estos tratamientos en el país. Desde el punto de vista de emprendimiento, se puede explotar la fotocátalisis aplicada a la autolimpieza de superficies y purificación de aire por encontrarse en etapa productiva y comercial; no solo para obtener ingresos sino también para promover la competitividad empresarial con una propuesta nueva.

## REFERENCIAS

- A.T. Cooper, D. G. (1998). *J. Adv. Oxidat. Technol.* 3 , 151–154.
- Abdel-Maksoud, Y., Imam, E., & Ramadan, A. (2016, Septiembre 10). *TiO<sub>2</sub> Solar Photocatalytic Reactor Systems: Selection of Reactor Design for Scale-up and Commercialization—Analytical Review* . Retrieved from <https://doi.org/10.3390/catal6090138>
- Acueducto Lago Musters SCPL - Video de YouTube* (2014). [Motion Picture].
- ADN SUR. (2016, diciembre 30). *Agua: discutir tarifas con una evaluación real de cada costo*. Retrieved from *Un problema con varias aristas:* [https://www.adnsur.com.ar/miscelaneo/agua--discutir-tarifas-con-una-evaluacion-real-de-cada-costo\\_a5c7d6043e6c1bd175bd6fa6c](https://www.adnsur.com.ar/miscelaneo/agua--discutir-tarifas-con-una-evaluacion-real-de-cada-costo_a5c7d6043e6c1bd175bd6fa6c)
- ADN Sur. (2016, 05 01). *Ni un pelo de agua: La sequia del Colhue Huapi*. Retrieved from <http://www.adnsur.com.ar/2016/05/la-sequia-del-colhue-huapi/>
- ADN Sur. (2017, 02 17). *¿Más cerca de la planta desalinizadora para Comodoro?* Retrieved from <http://www.adnsur.com.ar/2017/02/mas-cerca-la-planta-desalinizadora-comodoro/>
- ADN Sur. (2017, 02 12). *Acuífero Patagoniano: ¿solución a la falta de agua?* Retrieved from <http://www.adnsur.com.ar/2017/02/acuifero-patagoniano-solucion-la-falta-agua/>
- Afuah, A. (2002). *Internet Business Models and Strategies: Text and Cases*. New York: McGraw-Hill.
- Afuah, A. (2004). *Business Models: A Strategic Management Approach*. McGraw-Hill/Irwin.
- Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. (2019, 11 06). *FONCyT - Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica*. Retrieved from <http://www.agencia.mincyt.gob.ar/frontend/agencia/instrumentos/3>
- Agustina, T., Ang, H., & Vareek, V. (2005, Diciembre). *A review of synergistic effect of photocatalysis and ozonation on wastewater treatment*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jphotochemrev.2005.12.003>
- Amirsardari, Y., Yu, Q., & Williams, P. (2000, Mayo 11). *Effect of Ozonation and UV Irradiation with Direct Filtration on Disinfection and Disinfection by-Product Precursors in Drinking Water Treatment*. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/09593332208618219>

- Antúnez, N. (2009). Gestión ambiental de los recursos hídricos en la explotación de petróleo en la cuenca del Golfo San Jorge.
- Applegate, L. M. (2000). E-Business Models: Making Sense of the Internet Business Landscape. In G. D. Dickson, & L. Applegate, *Information Technology and the New Enterprise: Future Models for Managers*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Argentino. (2019, 09 25). *Busqueda web de tratamientos de efluentes en Comodoro Rivadavia*. Retrieved from <https://www.argentino.com.ar/comodoro-rivadavia/tratamientos+de+efluentes>
- Augugliaro, V., Palmisano, G., Palmisano, L., & Soria, J. (2019, Febrero 22). *Chapter 1 - Heterogeneous Photocatalysis and Catalysis: An Overview of Their Distinctive Features*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64015-4.00001-8>
- AySA. (2019). *Conocé tu factura*. Retrieved from <https://www.aysa.com.ar/usuarios/Conoce-tu-factura>
- Azpiazu, D., Forcinito, K., & Schorr, M. (2001, 12 09). *Biblioteca Virtual Clacso*. Retrieved from Privatizaciones en la Argentina: Renegociacion permanente, consolidacion de privilegios, ganancias extraordinarias y captura institucional.: [http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/argentina/flacso/no\\_12\\_DT9\\_AZPIAZU\\_FORCINITO\\_SCHORR.pdf](http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/argentina/flacso/no_12_DT9_AZPIAZU_FORCINITO_SCHORR.pdf)
- Babić, S., Zrnčić, M., Ljubas, D., Čurković, L., & Škorić, I. (2015, Marzo 27). *Photolytic and thin TiO<sub>2</sub> film assisted photocatalytic degradation of sulfamethazine in aqueous solution*. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4338-5>
- Badia-Fabregat, M., Oller, I., & Malato, S. (2017, Abril 23). *Overview on Pilot-Scale Treatments and New and Innovative Technologies for Hospital Effluent*. Retrieved from In: Verlicchi P. (eds) Hospital Wastewaters. The Handbook of Environmental Chemistry, vol 60. Springer, Cham: [https://doi.org/10.1007/698\\_2017\\_23](https://doi.org/10.1007/698_2017_23)
- Baehrecke, E. (2002, Octubre 3). *How death shapes life during development*. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12360194>
- Bansal, P., & Verma, A. (2018, Enero 15). *In-situ dual effect studies using novel Fe-TiO<sub>2</sub> composite for the pilot-plant degradation of pentoxifylline*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.cej.2017.09.121>

- Barbosa, M., Moreira, N., Ribeiro, A., Pereira, M., & Silva, A. (2016, Mayo 1). *Occurrence and removal of organic micropollutants: An overview of the watch list of EU Decision 2015/495*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.02.047>
- Barrientos, E. (2003, 05 12). *Plan de Negocios para la creación de un Day Spa en la Ciudad de Puebla*. Retrieved from [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lad/barrientos\\_m\\_e/](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lad/barrientos_m_e/)
- Belver, C., Bedia, J., Gómez-Aviles, A., Peñas-Garzón, M., & Rodríguez, J. (2019). Semiconductor photocatalysis for water purification. In A. Varios, *Nanoscale Materials in Water Purification* (p. 890). Elsevier.
- Biguzzi, M., & Shama, G. (1994). *Lett. Appl. Microbiol.* 19, 458-460.
- Blake, D., Maness, P., Huang, Z., Wolfrum, E., Huang, J., & Jacoby, W. (2008, Abril 23). *Application of the Photocatalytic Chemistry of Titanium Dioxide to Disinfection and the Killing of Cancer Cells*. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/03602549909351643>
- Boletín Oficial de la República Argentina. (2019, Junio 10). *RÉGIMEN DE PROMOCIÓN DE LA ECONOMÍA DEL CONOCIMIENTO*. Retrieved from Ley 27506: <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/209350/20190610>
- Bolton, J. e. (2001). Figures-of-merit for the technical development and application of advanced oxidation technologies for both electric and solar-driven systems. *Pure Applied Chemistry - International Union of Pure and Applied Chemistry*, 627-637.
- Bond, T., Goslan, E., Parsons, S., & Jefferson, B. (2012, Octubre 22). *A critical review of trihalomethane and haloacetic acid formation from natural organic matter surrogates*. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/09593330.2012.705895>
- Bond, T., Templeton, M., Rifai, O., Ali, H., & Graham, N. (2014, Septiembre). *Chlorinated and nitrogenous disinfection by-product formation from ozonation and post-chlorination of natural organic matter surrogates*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.03.090>
- Borges, M., Sierra, M., Cuevas, E., García, R., & Esparza, P. (2016, Octubre). *Photocatalysis with solar energy: Sunlight-responsive photocatalyst based on TiO<sub>2</sub> loaded on a natural material for wastewater treatment*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.solener.2016.06.022>

- Bouseimi, L., Geissen, S., & Schroeder, H. (2004, Febrero 01). *Textile wastewater treatment and reuse by solar catalysis: results from a pilot plant in Tunisia*. Retrieved from <https://doi.org/10.2166/wst.2004.0298>
- Bóveda, J., Oviedo, A., & Yakusik, A. (2015, Febrero). *Guía práctica para la elaboración de un plan de negocio*. Retrieved from [https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/info\\_11\\_03.pdf](https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/info_11_03.pdf)
- Bóveda, J., Oviedo, A., & Yakusik, A. (2015, Febrero). *Guía práctica para la elaboración de un plan de negocio*. Retrieved from [https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/info\\_11\\_03.pdf](https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/info_11_03.pdf)
- Bradley, D. (1977). Health aspects of water supplies in tropical countries. In *Water, Wastes and Health in Hot Climates* (p. 399). Londres: John Wiley and Sons Ltd.
- Brousseau, E., & Penard, T. (2007, Junio 1). *The Economics of Digital Business Models: A Framework for Analyzing the Economics of Platforms*. Retrieved from <https://doi.org/10.2202/1446-9022.1112>
- Byrne, C., Subramanian, G., & Pillai, S. (2017, Agosto 7). *Recent advances in photocatalysis for environmental applications*. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.jece.2017.07.080>
- Byrne, J., Morris Dunlop, P., John Hamilton, J., Fernández-Ibáñez-P., Polo-López, I., Sharma, P., & Vennard, A. (2015, Marzo 30). *A Review of Heterogeneous Photocatalysis for Water and Surface Disinfection*. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/molecules20045574>
- Cáceres, V. (2010, 01 01). *Reflexiones sobre el rol del estado en la provision del agua potable en la provincia de Buenos Aires*. Retrieved from <http://www.madres.org/documentos/doc20100929124907.pdf>
- Cáceres, V. (2012, 11 01). *La provisión del agua en Argentina. Balance y desafíos a 20 años de las privatizaciones de las empresas del sector*. Retrieved from Universidad Nacional de General Sarmiento. Instituto de Ciencias.: [http://www.ungs.edu.ar/ms\\_ici/wp-content/uploads/2012/11/Ver%C3%B3nica-C%C3%A1ceres-GT5.pdf](http://www.ungs.edu.ar/ms_ici/wp-content/uploads/2012/11/Ver%C3%B3nica-C%C3%A1ceres-GT5.pdf)

- Carvajal Ramírez, L., & Quintero Agudelo, A. (2016). *Diseño, construcción y evaluación de un sistema piloto multifamiliar dedesinfección solar de agua con bajos niveles de turbiedad a partir de fotocátalisis heterogénea y pasteurización como alternativa desuministro en épocas de escasez a la* . Retrieved from vereda de Los Soches: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/56](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/56)
- Católico Giraldo, Y. P., & Neira Bustamante, J. M. (2009, Octubre 01). *Estudio de la oferta y demanda de servicios de asesoría y consultoría a micro y pequeñas empresas familiares de Bogota para el centro de desarrollo de empresas de familia de la*. Retrieved from Universidad de La Salle: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/3022/T11.09%20C29e.pdf?sequence>
- Challagulla, S., Nagarjuna, R., Ganesan, R., & Roy, S. (2016, Febrero 1). *Acrylate-based Polymerizable Sol–Gel Synthesis of Magnetically Recoverable TiO<sub>2</sub> Supported Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> for Cr(VI) Photoreduction in Aerobic Atmosphere*. Retrieved from <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.5b01055>
- Chen, X., & Mao, S. (2007). Titanium dioxide nanomaterials: synthesis, properties, modifications, and applications. *Chem. Rev.*, vol. 107, 2891–2959.
- Cheng, X., Liang, H., Ding, A., Tang, X., Liu, B., Zhu, X., . . . Li, G. (2017, Abril 15). *Ferrous iron/peroxymonosulfate oxidation as a pretreatment for ceramic ultrafiltration membrane: Control of natural organic matter fouling and degradation of atrazine*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.01.055>
- Cho, Y. (2013). *Business Model Zen - Sample Book*. Retrieved from <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:lhuLV-CbO3YJ:https://es.slideshare.net/brettCho/business-model-zen-sample-book+&cd=16&hl=es&ct=clnk&gl=co&client=firefox-b-d>
- Cho, Y. (2016, 05 20). *Business Model Zen, the modeling of business model with balanced integrity, customer focus and strategic thinking*. Retrieved from White Paper: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:KqBHGElVggUJ:https://www.slideshare.net/brettCho/business-model-zen-white-paper-20165+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co>

- Chong, N., Jin, B., Chow, C., & Saint, C. (2010, Marzo 18). *Recent developments in photocatalytic water treatment technology: A review*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.watres.2010.02.039>
- CNIPA. (2019, 09 21). *Busqueda en CNIPA de las palabras clave "photocatalysis" + "water"*. Retrieved from [http://114.247.84.106:8080/sipo\\_EN/search/quickSearch.do?method=search](http://114.247.84.106:8080/sipo_EN/search/quickSearch.do?method=search)
- Código Alimentario Argentino. (2007). *Agua potable de suministro público y agua potable*. Retrieved from [http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/Capitulo\\_XII.pdf](http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/Capitulo_XII.pdf)
- Condorchem envitech. (2019). *Tratamiento de aguas residuales en la industria farmacéutica*. Retrieved from <https://blog.condorchem.com/tratamiento-de-aguas-residuales-en-la-industria-farmaceutica/#>
- CONICET. (2019). *ADRIANA MABEL PAJARES - Datos académicos*. Retrieved from Repositorio institucional Conicet Digital: <https://ri.conicet.gov.ar/author/18417>
- Connect Americas. (2015). *La importancia de las habilidades blandas en las empresas*. Retrieved from <https://connectamericas.com/es/content/la-importancia-de-las-habilidades-blandas-en-las-empresas>
- Consejo Federal de Inversiones. (2015). *Sistemas primarios cloacales y emisarios submarinos de descarga norte y sur de la ciudad de Comodoro Rivadavia Provincia del Chubut*. Retrieved from <http://biblioteca.cfi.org.ar/documento/sistemas-primarios-cloacales-y-emisarios-submarinos-de-descarga-zona-norte-y-sur-de-la-ciudad-de-comodoro-rivadavia-provincia-del-chubut/>
- CONSTRUAR. (2019, 04 23). *Repotenciación del acueducto Lago Munster-Comodoro: Relevamiento y luego licitación*. Retrieved from <http://www.construar.com.ar/2019/04/7135-repotenciacion-del-acueducto-lago-munster-comodoro-relevamiento-y-luego-licitacion/>
- Cotización Dolar. (2019, 09 07). *Dolar Histórico Año 2014*. Retrieved from [https://www.cotizacion-dolar.com.ar/dolar\\_historico\\_2014.php](https://www.cotizacion-dolar.com.ar/dolar_historico_2014.php)
- de Faria, A., de Moraes, A., Marcato, P., & al., e. (2014, Enero 14). *Eco-friendly decoration of graphene oxide with biogenic silver nanoparticles: antibacterial and antibiofilm activity*. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s11051-013-2110-7>

- De Gouvello, B. (1999, 01 01). *HAL archives-ouvertes.fr*. Retrieved from La recomposition du secteur de l'eau et de l'assainissement en Argentine á l'heure néo-libérale. Lecture au travers du phénomène coopératif: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00129511/document>
- De Gouvello, B., Lentini, E., & Brenner, F. (2012). Changing paradigms in water and sanitation services in Argentina: Towards a sustainable model? *Water International*, 91-106.
- Derlich, M. (2015). *Plan Patagonia 2040 - Servicios públicos -Cloacas (resumen)*. Retrieved from [http://desafiospublicos.argentina.gob.ar/uploads/Respuesta/72a514\\_Planta%20de%20Tratamiento%20de%20Liquidos%20Cloacales.PDF](http://desafiospublicos.argentina.gob.ar/uploads/Respuesta/72a514_Planta%20de%20Tratamiento%20de%20Liquidos%20Cloacales.PDF)
- Diario Crónica. (2015, 02 11). *Buzzi y Peralta recorrieron la obra de repotenciacion del acueducto*. Retrieved from <http://www.diariocronica.com.ar/upload/resources/papel/79afe903735db4720807168088ade8e3/fe5923d0560d3c478bf78ef3fce6518d.pdf>
- Diario Jornada. (2017, 03 07). *Comodoro: Linares dice que podrían desalinizar agua de mar por la crisis hídrica*. Retrieved from [http://www.diariojornada.com.ar/182421/politica/comodoro\\_linares\\_dice\\_que\\_podria\\_n\\_desalinizar\\_agua\\_de\\_mar\\_por\\_la\\_crisis\\_hidrica/](http://www.diariojornada.com.ar/182421/politica/comodoro_linares_dice_que_podria_n_desalinizar_agua_de_mar_por_la_crisis_hidrica/)
- Díaz, E. (2010, 09 01). *Revista Científica de Geografía - Universidad del Salvador*. Retrieved from ESPACIO URBANO DE COMODORO RIVADAVIA A TRAVÉS DE LAS ETAPAS DE LA HISTORIA DE LA ECONOMÍA (1901/2010): <http://geousal.usal.edu.ar/archivos/geousal/otros/bicentenarioiii.pdf>
- Dillert, R., Vollmer, S., Gross, E., Schober, M., & Bahnemann, D. (1999, 10 30). *Solar-catalytic Treatment of an Industrial Wastewater*. Retrieved from [https://doi.org/10.1524/zpch.1999.213.Part\\_2.141](https://doi.org/10.1524/zpch.1999.213.Part_2.141)
- DISEPROSA. (n.d.). *Plantas de tratamiento de aguas*. Retrieved from [https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos\\_y\\_documentos/87264/Plantas\\_de\\_Tratamiento\\_de\\_Aguas.pdf](https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/87264/Plantas_de_Tratamiento_de_Aguas.pdf)
- Dubosson-Torbay, M., Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2002, Diciembre 28). *E-business model design, classification, and measurements*. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/tie.1036>

- Dudin, M. N. (2015, Abril 19). *The innovative business model canvas in the system of effective budgeting*. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.5539/ass.v11n7p290>
- Dumortier, H., Lacotte, S., Pastorin, G., Marega, R., Wu, W., Bonifazi, D., . . . Bianco, A. (2006, Diciembre 13). *Functionalized Carbon Nanotubes Are Non-Cytotoxic and Preserve the Functionality of Primary Immune Cells*. Retrieved from <https://doi.org/10.1021/nl068003i>
- Duran, A. e. (2018). Operation costs of the solar photo-catalytic degradation of pharmaceuticals in water: a mini-review. *Chemosphere*, 482-488.
- Duran, A., Monteagudo, I., San Martín, I., & Merino, S. (2018, Marzo 15). *Photocatalytic degradation of aniline using an autonomous rotating drum reactor with both solar and UV-C artificial radiation*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.01.012>
- Dybiec, A. (2011). La solución de Prometeo. *Ingeniería Sanitaria y Ambiental N° 113*.
- Dybiec, A. M. (2009). Experiencia Tecnológica en servicios de provision de agua potable en la provincia del Chubut. *XX Congreso Nacional del Agua* (p. 294). Trelew, Chubut: Conagua.
- Edenor. (2019). *Simulador de consumo eléctrico*. Retrieved from <https://simulador.edenor.com/>
- El patagónico. (2015, 04 27). *El Gobierno provincial perforará un pozo para proveer de agua al parador de Pampa Salamanca*. Retrieved from <http://www.elpatagonico.com/el-gobierno-provincial-perforara-un-pozo-proveer-agua-al-parador-pampa-salamanca-n777800>
- El Patagónico. (2016, 06 30). *En agosto quedará inaugurada la planta desalinizadora de mar*. Retrieved from <http://www.elpatagonico.com/en-agosto-queda-inaugurada-la-planta-desalinizadora-mar-n1500793>
- El Patagónico. (2016, Abril 27). *Investigarán si la presencia de bacterias en el agua potable es producto de un atentado*. Retrieved from <https://www.elpatagonico.com/investigaran-si-la-presencia-bacterias-el-agua-potable-es-producto-un-atentado-n1483428>
- El Patagónico. (2016, Abril 26). *Más del 40% de los comodorenses consumen agua de la canilla*. Retrieved from <https://www.elpatagonico.com/mas-del-40-los-comodorenses-consumen-agua-la-canilla-n1483323>

- El Patagonico. (2016, Octubre 20). *Millonaria obra para que Comodoro tenga agua potable*. Retrieved from <http://www.elpatagonico.com/millonaria-obra-que-comodoro-tenga-agua-potable-n1516255>
- El Patagónico. (2017, 03 15). *La repotenciación del acueducto está en un 70% de ejecución y quedaría finalizado en Julio*. Retrieved from <http://www.elpatagonico.com/la-repotenciacion-del-acueducto-esta-un-70-ejecucion-y-quedaria-finalizado-julio-n1541507>
- El-Halwagi, M. M. (2019). Technology review and data analysis for cost assesment of water treatment systems. *Science of the Total Environment* 651, 2749-2761.
- Endeavor Argentina. (2019, 05 24). *De qué trata la ley de economía del conocimiento*. Retrieved from <https://www.endeavor.org.ar/congreso-aprobo-la-ley-promueve-la-economia-del-conocimiento/>
- Endeavor Argentina. (2019). *Endeavor Argentina - Nuestra Organizacion*. Retrieved from <http://www.endeavor.org.ar/nuestra-organizacion/>
- Ente Nacional de Obras Hidricas de Saneamiento. (2013, 05 28). *Optimizacion del sistema acueducto regional Lago Musters-Comodoro Rivadavia-Rada Tilly-Caleta Olivia-Provincias de Chubut y Santa Cruz*. Retrieved from Pliego de bases y condiciones: <http://www.enohsa.gov.ar/licitaciones/2013-LPROESA2/PLIEGO%20DE%20BASES%20Y%20CONDICIONES%20PARTICULARES.pdf>
- Espinoza, L., Haseborg, E., Weber, M., Karle, E., Peshchke, R., & Frimmel, F. (2011, Enero). *Effect of selected metal ions on the photocatalytic degradation of bog lake water natural organic matter*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.watres.2010.10.013>
- Estudio FAO - Departamento de Montes 131. (1996, 01 01). *Ecología y enseñanza rural. Nociones ambientales basicas para profesores rurales y extensionistas*. Retrieved from Tema 4: El Agua: [http://www.fao.org/docrep/006/w1309s/w1309s06.htm#P5\\_56](http://www.fao.org/docrep/006/w1309s/w1309s06.htm#P5_56)
- Free Patents Online. (2019, 09 21). *Resultados de búsqueda de los terminos "photocatalysis", "TiO2", "water"*. Retrieved from [http://www.freepatentsonline.com/result.html?sort=relevance&srch=top&query\\_txt=p hotocatalysis+%2B+tio2+%2B+water&submit=&patents\\_us=on](http://www.freepatentsonline.com/result.html?sort=relevance&srch=top&query_txt=p hotocatalysis+%2B+tio2+%2B+water&submit=&patents_us=on)



- Greco, S. (2004, 01 01). *Breve enciclopedia del ambiente*. Retrieved from Contaminacion por la industria petrolera: <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/ContamPetr.htm>
- Greenpeace Argentina. (1988). *La contaminacion acuatica en Argentina*. Buenos Aires: Greenpeace Argentina.
- Hassan, M., Zhao, Y., & Xie, B. (2016, Febrero 1). *Employing TiO<sub>2</sub> photocatalysis to deal with landfill leachate: Current status and development*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.cej.2015.09.093>
- He, Y., Sutton, N., Rijnaarts, H., & Langenhoff, A. (2016). *Degradation of pharmaceuticals in wastewater using immobilized TiO<sub>2</sub> photocatalysis under simulated solar irradiation*. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.apcatb.2015.09.015>
- Hendarsa, A., Hermansyah, H., & Slamet, S. (2013). *A novel photobiodegradation technology for hydrocarbon wastewater treatment*. Retrieved from [http://www.ijens.org/Vol\\_13\\_I\\_01/130301-2525-IJET-IJENS.pdf](http://www.ijens.org/Vol_13_I_01/130301-2525-IJET-IJENS.pdf)
- Honorable Legislatura del Chubut. (2014, 01 06). *Ley I N°545*. Retrieved from Anexo A: <http://www.legischubut.gov.ar/hl/digesto/lxl/I-545-ANEXO-A.html>
- Horikoshi, S., & Serpone, N. (2020). *Can the photocatalyst TiO<sub>2</sub> be incorporated into a wastewater treatment method? Background and prospects Satoshi*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2018.10.020>
- Ibhadon, A., & Fitzpatrick, P. (2013, Marzo 1). *Heterogeneous Photocatalysis: Recent Advances and Applications*. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/catal3010189>
- Instituto Nacional de la Propiedad Industrial. (2019, 09 21). *busqueda de patentes con el termino "fotocatalisis"*. Retrieved from <https://portaltramites.inpi.gob.ar/PatenteConsultas/Grilla>
- Italconsult. (1987). *Estudio de emergencia en Chubut; Abastecimiento de agua a Comodoro Rivadavia: Propuesta de servicios*. Roma: Alpina.
- IUPAC. (1997, 07 01). *Gold Book: Compendium of Chemical Terminology 2nd ed*. Oxford, UK: Blackwell Scientific Publications. Retrieved from <https://doi.org/10.1351/goldbook.P04580>
- Jackson, W. T., Scott, D. J., & Schwagler, N. (2015). *Using the business model canvas as a methods approach to teaching entrepreneurial finance*. Retrieved from Journal of

<https://www.abacademies.org/articles/jeevol1822015.pdf#page=105>

- Johnston, R. (Director). (2014). *Introduction to HWTS: Global burden of disease* [Motion Picture].
- Jornada. (2016, 04 27). *Admitieron que en Comodoro hay agua contaminada* . Retrieved from [https://www.diariojornada.com.ar/158185/politica/La\\_Cooperativa\\_confirmando\\_la\\_aparicion\\_de\\_una\\_bacteria\\_que\\_contamino\\_el\\_agua\\_en\\_dos\\_barrios](https://www.diariojornada.com.ar/158185/politica/La_Cooperativa_confirmando_la_aparicion_de_una_bacteria_que_contamino_el_agua_en_dos_barrios)
- Keane, S., Cormican, K., & Sheahan, J. (2018, Febrero 23). *Comparing how entrepreneurs and managers represent the elements of the business model canvas*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jbvi.2018.02.004>
- Kim, S., Kim, M., Lim, S., & Park, Y. (2017, Marzo 27). *Titania-coated plastic optical fiber fabrics for remote photocatalytic degradation of aqueous pollutants*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jece.2017.03.036>
- Klang, D., Wallnöfer, M., & Hacklin, F. (2014, Enero 13). *The Business Model Paradox: A Systematic Review and Exploration of Antecedents*. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1111/ijmr.12030>
- Klavarioti, M., Mantzavinos, D., & Kassinos, D. (2009, Febrero). *Removal of residual pharmaceuticals from aqueous systems by advanced oxidation processes*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.envint.2008.07.009>
- Kleiser, G., & Frimmel, F. (2000, Junio 22). *Removal of precursors for disinfection by-products (DBPs) — differences between ozone- and OH-radical-induced oxidation*. Retrieved from [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(00\)00377-6](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(00)00377-6)
- Koeb, S., Alvarez, P., Brame, J., Cates, E., Choi, W., Crittenden, J., . . . Westerhoff, P. (2019). *The Technology Horizon for Photocatalytic Water Treatment: Sunrise or Sunset?* Retrieved from <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.8b05041>
- Kroemer, G., Galluzi, L., Vandenabeele, P., Abrams, J., Alnemri, E., Baehrecke, E., . . . Tschopp, J. (2009, Enero). *Classification of cell death: recommendations of the Nomenclature Committee on Cell Death 2009*. Retrieved from <https://doi.org/10.1038/cdd.2008.150>
- Krzeminski, P., Tomei, M., Karaolia, P., Langenhoff, A., Almeida, C., Felis, E., . . . Fattakassinos, D. (2019, Enero 15). *Performance of secondary wastewater treatment*

- methods for the removal of contaminants of emerging concern implicated in crop uptake and antibiotic resistance spread: A review.* Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.130>
- Kumar, S. (2011). *Degradation and mineralization of organic contaminants by Fenton and photo-Fenton processes: Review of mechanisms and effects of organic and inorganic additives.* Retrieved from *Research Journal of Chemistry and Environment*, 15(2), 96-112.:  
[https://www.researchgate.net/profile/Mihir\\_Sahoo/publication/279585793\\_Degradation\\_and\\_mineralization\\_of\\_organic\\_contaminants\\_by\\_Fenton\\_and\\_photo-Fenton\\_processes\\_Review\\_of\\_mechanisms\\_and\\_effects\\_of\\_organic\\_and\\_inorganic\\_additives/links/59a3ed4eaca272a646](https://www.researchgate.net/profile/Mihir_Sahoo/publication/279585793_Degradation_and_mineralization_of_organic_contaminants_by_Fenton_and_photo-Fenton_processes_Review_of_mechanisms_and_effects_of_organic_and_inorganic_additives/links/59a3ed4eaca272a646)
- La Nación. (2019, Junio 16). *Investigación y desarrollo: cuánto y cómo se invierte en la Argentina.* Retrieved from <https://www.lanacion.com.ar/economia/investigacion-y-desarrollo-cuanto-y-como-se-invierte-en-la-argentinam-nid2258189>
- Laming, P., & Kuehl, C. (1998). *Empresarios Pequeños y Medianos.* México: Prentice Hall Hispanoamericana.
- Lammel, T., Boisseaux, P., Fernández-Cruz, M., & Navas, J. (2013, Julio 12). *Internalization and cytotoxicity of graphene oxide and carboxyl graphene nanoplatelets in the human hepatocellular carcinoma cell line Hep G2.* Retrieved from <https://doi.org/10.1186/1743-8977-10-27>
- Li, B., & Zhang, T. (2011, Mayo). *Mass flows and removal of antibiotics in two municipal wastewater treatment plants.* Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.03.002>
- Li, J., Zhu, Y., Li, W., Zhang, X., Peng, Y., & Huang, Q. (2010, Agosto 7). *Nanodiamonds as intracellular transporters of chemotherapeutic drug.* Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2010.07.058>
- Litter, M. (2017, Abril 27). *Last advances on TiO<sub>2</sub>-photocatalytic removal of chromium, uranium and arsenic.* Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2017.04.002>
- Liu, C., Tang, X., Kim, J., & Korshin, G. (2015, Abril). *Formation of aldehydes and carboxylic acids in ozonated surface water and wastewater: A clear relationship with fluorescence changes.* Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.12.054>

- Liu, S., Lim, M., Fabris, R., Chow, C., Drikas, M., & Amal. (2010, Febrero). *Comparison of photocatalytic degradation of natural organic matter in two Australian surface waters using multiple analytical techniques*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2009.08.008>
- Liu, X., Liu, G., Yang, Z., & Ulgiati, S. (2016, Mayo). *Comparing national environmental and economic performances through energy sustainability indicators: Moving environmental ethics beyond anthropocentrism toward ecocentrism*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.188>
- Lizarazo Becerra, J., & Orjuela Gutierrez, M. (2013). *Sistemas de plantas de tratamiento de aguas residuales en Colombia*. Retrieved from Universidad Nacional de Colombia: <http://bdigital.unal.edu.co/11112/1/marthaisabelorjuela2013.pdf>
- Ljubas, D. (2005). Solar Photocatalysis - a possible step in drinking water treatment. *Energy* 30, 1699 - 1710.
- Loch, S. e. (2019). The technology Horizon for Photocatalytic Water Treatment: Sunrise or Sunset? *Environmental Science & Technology*, 2937-2947.
- López, N., Marco, P., Giménez, J., & Esplugas, S. (2018, Enero). *Photocatalytic diphenhydramine degradation under different radiation sources: Kinetic studies and energetic comparison*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2017.08.077>
- Lugones, G. (2015). *Módulo de capacitación para la recolección y el análisis de indicadores de innovación*. Retrieved from Working Papers 08 - Banco Interamericano de Desarrollo: <http://docs.politicasciti.net/documents/Doc%2008%20-%20capacitacion%20lugones%20ES.pdf>
- Malato, S., Fernández-Ibáñez, P., Maldonado, M., Blanco, J., & Gernjak, W. (2009, Septiembre 15). *Decontamination and disinfection of water by solar photocatalysis: Recent overview and trends*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2009.06.018>
- Malato, S., Maldonado, M., Fernandez-Ibáñez, P., Oller, I., Polo, I., & Sanchez-Moreno, R. (2016, Febrero). *Decontamination and disinfection of water by solar photocatalysis: The pilot plants of the Plataforma Solar de Almeria*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.mssp.2015.07.017>

- Mansouri, S., Lee, H., & Aluko, O. (2015, Junio). *Multi-objective decision support to enhance environmental sustainability in maritime shipping: A review and future directions*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.tre.2015.01.012>
- Marín Galvin, R. (2014). *Tratamiento y depuración industrial de aguas*. Madrid: Dias de Santos.
- Marotta, R. e. (2015). Solar photocatalysis: Materials, reactors, some commercial, and pre-industrialized applications. A Comprehensive approach. *Applied Catalysis B: Environmental*, 90-123.
- Martínez C., R. (2011). Introducción a la investigación comercial. In R. D. Carrasco, *Investigación comercial: Técnicas e instrumentos* (p. 294). Madrid: Tébar.
- Matsunaga, T., Tomoda, R., Nakajima, T., & Wake, H. (1985, Agosto). *Photoelectrochemical sterilization of microbial cells by semiconductor powders*. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0378109785903003>
- Mazón, H. (2010). *Cambios en las comunidades intermareales y su relación con la contaminación: Aportes para la gestión de efluentes urbanos en la ciudad de Comodoro Rivadavia*. Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.
- Mazon, H. (2010). *Cambios en las comunidades intermareales y su relacion con la contaminación. Aportes para la gestión de efluentes urbanos en la ciudad de Comodoro Rivadavia*. Comodoro Rivadavia: Insituto de Desarrollo Costero - Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.
- McGrath, R. (2010, Junio). *Business models: A discovery driven approach*. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.005>
- Mendoza Barrón, M. (2010, Abril 04). *La importancia de la función de la consultoria*. Retrieved from [https://www.ccpm.org.mx/veritas/abril2010/importancia\\_consultoria.pdf](https://www.ccpm.org.mx/veritas/abril2010/importancia_consultoria.pdf)
- Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. (2019). *Sociedad por Acciones Simplificada (SAS) - Ley 27.349*. Retrieved from <http://www.derechofacil.gob.ar/leysimple/sociedad-unipersonal/>
- Ministerio de Producción de la República Argentina. (2018, 06 28). *Capacitación PyME*. Retrieved from

[https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/20180628\\_desarrollo\\_del\\_programa.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/20180628_desarrollo_del_programa.pdf)

- Ministerio de Producción y Trabajo de la República Argentina. (2019). *Boletín de estadísticas laborales*. Retrieved from Ingreso medio de los asalariados plenos según variables seleccionadas: <http://www.trabajo.gob.ar/estadisticas/Bel/ingresos.asp#salarios>
- Ministerio Publico Fiscal. (2017, 03 17). *Caleta Olivia: Piden investigar si hubo irregularidades en la obra del acueducto*. Retrieved from <http://www.fiscales.gob.ar/fiscalias/caleta-olivia-piden-investigar-si-hubo-irregularidades-en-la-obra-del-acueducto/>
- Mohora, E. R., Dalmacija, B., Agbaba, J., Watson, M., Karlović, E., & Dalmacija, M. (2012, Octubre 15). *Removal of natural organic matter and arsenic from water by electrocoagulation/flotation continuous flow reactor*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2012.07.056>
- Molinari, R., Lavorato, C., & Argurio, P. (2016, Julio 12). *Recent progress of photocatalytic membrane reactors in water treatment and in synthesis of organic compounds. A review*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2016.06.047>
- Moreira, N., Sousa, J., Macedo, G., Ribeiro, A., Barreiros, L., Pedrosa, M., . . . Silva, A. (2016, Mayo 1). *Photocatalytic ozonation of urban wastewater and surface water using immobilized TiO2 with LEDs: Micropollutants, antibiotic resistance genes and estrogenic activity*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.02.003>
- Morris, M., Schindehutte, M., & Allen, J. (2005, Junio). *The entrepreneur's business model: toward a unified perspective*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2003.11.001>
- Muñoz Pastene, E. (2018). Retrieved from Plan de negocio para consultora de administración de proyectos de investigación académica.: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/159331>
- Murcia Cabra, H. H. (2015). *Creatividad e Innovacion para el desarrollo empresarial*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Névarez-Martínez, M., Espinoza-Montero, P., Quiróz-Chávez, F., & Ohtani, B. (2017, 12 04). *Fotocatalisis: Inicio, actualidad y perspectivas a través del TiO2*. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93357608005>

- Nkambule, T. K., Haarhoff, J., & Mamba, B. (2012, Marzo 31). *Synthesis and characterisation of Pd-modified N-doped TiO<sub>2</sub> for photocatalytic degradation of natural organic matter (NOM) fractions*. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s11356-012-0872-6>
- Nova Chubut. (2016, 08 26). *El presupuesto 2016 incorporará tres plantas potabilizadoras de agua de mar en Comodoro Rivadavia*. Retrieved from [http://www.novachubut.com/nota.asp?n=2016\\_8\\_26&id=24008&id\\_tiponota=4](http://www.novachubut.com/nota.asp?n=2016_8_26&id=24008&id_tiponota=4)
- Núñez, J. A., & Martínez, D. O. (2015, 07 01). *Cobertura de los servicios de agua y saneamiento a nivel nacional. Estimación de las inversiones necesarias para su expansión*. Retrieved from id=1082
- Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Buenos Aires. (2019). *El mercado Farmacéutico en Argentina*. Buenos Aires: ICEX España Exportación e Inversiones, E.P.E., M.P.
- Ollé, M., & otros, y. (1998). *El Plan de Empresa: Cómo planificar la creación de una empresa*. México: Alfaomega Marcombo.
- OPI Santa Cruz. (2014, 09 17). *CPC SA, de Cristóbal López, despide 70 trabajadores en el acueducto y los que se van dicen que los trabajos están mal hechos*. Retrieved from <http://opisantacruz.com.ar/home/2014/09/17/cpc-sa-de-cristobal-lopez-despide-70-trabajadores-en-el-acueducto-y-los-que-se-van-dicen-que-los-trabajos-estan-mal-hechos/23674>
- Organización Mundial de la Salud. (1996). Vol. 2, Health criteria and other supporting information. In O. M. Salud, *Guidelines for drinking-water quality*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- Organización Mundial de la Salud. (2003). *La cantidad de agua domiciliaria, el nivel del servicio y la salud*. Ginebra: OMS.
- Osorio Robles, F., Torres Rojo, J., & Sánchez Bas, M. (2010). *Tratamientos de aguas para la eliminación de microorganismos y agentes contaminantes*. Madrid: Diaz de Santos.
- Osterwalder, A. (2004). *The Business Model Ontology—A Proposition in A Design Science Approach*. Retrieved from Institut d'Informatique et Organisation (Dissertation 173). University of Lausanne, Switzerland.: [https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB\\_R\\_4210.P001/REF.pdf](https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB_R_4210.P001/REF.pdf)

- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2011). *Generación de Modelos de Negocios*. Barcelona: Deusto S.A. Ediciones.
- Osterwalder, A., Pigneur, Y., & Tucci, C. (2005, Junio). *Clarifying Business Models: Origins, Present, and Future of the Concept*. Retrieved from DOI: 10.17705/1CAIS.01601
- Oturan, M., & Aaron, J. (2014, Septiembre 2). *Advanced Oxidation Processes in Water/Wastewater Treatment: Principles and Applications. A Review*. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/10643389.2013.829765>
- Paz, Y. (2010). Application of TiO<sub>2</sub> photocatalysis for air treatment: Patents' overview. *Applied Catalysis B: Environmental*, 448-460.
- Pelaez, M., Nolan, N., Pillai, S., Seery, M., Falaras, P., Kontos, A., . . . D.D. (2012, 06 4). *A review on the visible light active titanium dioxide photocatalysts for environmental applications*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2012.05.036>
- Pérez-Sandi, P. (2002). *Del Ocio al Negocio: Preguntas y retos para iniciar un Negocio*. México: Panorama.
- Petrie, B., Barden, R., & Kasprzyk-Hordern, B. (2015, Abril 1). *A review on emerging contaminants in wastewaters and the environment: Current knowledge, understudied areas and recommendations for future monitoring*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.08.053>
- Pham, H., McDowell, T., & Wilkins, E. (1994, Octubre 19). *Photocatalytically-mediated disinfection of water using tio<sub>2</sub> as a catalyst and spore-forming Bacillus pumilus as a model*. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/10934529509376221>
- Phillipe, K., Timmers, R., Van Grieken, R., & Marugan, J. (2016, Marzo 3). *Photocatalytic Disinfection and Removal of Emerging Pollutants from Effluents of Biological Wastewater Treatments, Using a Newly Developed Large-Scale Solar Simulator*. Retrieved from <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.5b04927>
- Portal de Información de Ciencia y Tecnología Argentino. (2019, 11 06). *Busqueda de proyectos - Palabra clave "Fotocatálisis"*. Retrieved from <https://sicytar.mincyt.gob.ar/buscar/#!/resultados?q=fotocatalisis&core=Proyectos&m=100%25&rows=16>
- Portal de Informacion de Ciencia y Tecnologia Argentino. (2019, 11 06). *Busqueda de proyectos con palabra clave tratamientos de aguas*. Retrieved from

<https://sicytar.mincyt.gob.ar/buscar/#/resultados?q=tratamiento%20de%20aguas&core=Proyectos&mm=0%25&rows=16>

Proyecto de Ley Planta desalinizadora del Golfo San Jorge, S-2744/15 (Senado de La Nación - Republica Argentina 2015).

Quiñones, D., Álvarez, P., Fernando, A., & Beltrán, F. (2015, Julio 27). *Removal of emerging contaminants from municipal WWTP secondary effluents by solar photocatalytic ozonation. A pilot-scale study*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2015.05.033>

Raimundo, M. d., Mendez, C. R., & Argüello, C. (2019, 25 03). *Nuevos paradigmas y estrategias para el aprovechamiento de aguas*. Retrieved from residuales en Comodoro Rivadavia.: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/comodoro\\_rivadavia\\_y\\_la\\_catastrofe\\_de\\_2017.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/comodoro_rivadavia_y_la_catastrofe_de_2017.pdf)

Ramirez, E., & Cajigas, M. (2004). *Proyectos de inversión competitivos*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia.

Ramteke, L., & Gogate, P. (2015, Mayo). *Removal of ethylbenzene and p-nitrophenol using combined approach of advanced oxidation with biological oxidation based on the use of novel modified prepared activated sludge*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.psep.2015.03.002>

Regli, S. (1992). *Disinfection requirements to control for microbial contamination*. Retrieved from en libro "Regulating Drinking Water Quality": [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=Disinfection+requirements+to+contro+l+for+microbial+contamination&author=S.+Regli&publication\\_year=1992](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Disinfection+requirements+to+contro+l+for+microbial+contamination&author=S.+Regli&publication_year=1992)

Reungoat, J., Escher, B., Macova, M., & Keller, J. (2011, Abril). *Biofiltration of wastewater treatment plant effluent: Effective removal of pharmaceuticals and personal care products and reduction of toxicity*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.watres.2011.02.013>

Revilla Gutierrez, E. (2019, 09 29). *Innovación tecnológica. Ideas básicas*. Retrieved from Capitulo I: La Innovación : [http://www.uca.es/recursos/doc/Unidades/consejo\\_social/1801800\\_1032010103532.pdf](http://www.uca.es/recursos/doc/Unidades/consejo_social/1801800_1032010103532.pdf)

- Ribeiro, A., Nunes, O., Pereira, M., & Silva, A. (2015, Febrero). *An overview on the advanced oxidation processes applied for the treatment of water pollutants defined in the recently launched Directive 2013/39/EU*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.10.027>
- Rizzo, L., Fiorentino, A., Grassi, M., Attanasio, D., & Guida, M. (2015, Marzo). *Advanced treatment of urban wastewater by sand filtration and graphene adsorption for wastewater reuse: Effect on a mixture of pharmaceuticals and toxicity*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jece.2014.11.011>
- Rizzo, L., Malato, S., Antakyali, D., Beretsou, V., Dolic, M., Gernjak, W., . . . Fatta-Kassinos, D. (2019, Marzo 10). *Consolidated vs new advanced treatment methods for the removal of contaminants of emerging concern from urban wastewater*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.265>
- Rizzo, L., Malato, S., Antakyali, D., Beretsou, V., Đolić, M., Gernjak, W., . . . Karaolia, P. (2019, Marzo 10). *Consolidated vs new advanced treatment methods for the removal of contaminants of emerging concern from urban wastewater*. Retrieved from DOI: [10.1016/j.scitotenv.2018.11.265](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.265)
- Rizzo, L., Manaia, C., Merlin, C., Schwartz, T., Dagot, C., Ploy, M., . . . Fatta-Kassinos, D. (2013, Marzo 1). *Urban wastewater treatment plants as hotspots for antibiotic resistant bacteria and genes spread into the environment: A review*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.01.032>
- Rozo Vega, S. H. (2017). *Plan de negocio para una empresa de consultoria dirigida a establecimientos que venden servicios de alimentos y bebidas preparados*. Retrieved from Repositorio digital Universidad Externado de Colombia: [https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream/001/477/1/Proyecto%20de%20Grado\\_Silvia%20Helena%20Vega%20Rozo%20Final.pdf](https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream/001/477/1/Proyecto%20de%20Grado_Silvia%20Helena%20Vega%20Rozo%20Final.pdf)
- RWL Water. (2015, 06 30). *La Planta de Desalinización en Caleta Olivia, Argentina Resuelve los Continuos Problemas de Suministro de Agua Potable*. Retrieved from <https://www.rwlwater.com/planta-desalinizacion-osmosis-inversa-caleta-olivia-argentina/?lang=es>

- Ryu, H., Gerrity, D., Crittenden, J., & Abbaszadegan, M. (2008, Marzo 7). *Photocatalytic inactivation of Cryptosporidium parvum with TiO<sub>2</sub> and low-pressure ultraviolet irradiation*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.watres.2007.10.037>
- Santana, V. (2016, 04 25). Enfoque Cooperativo. (G. Roquero, Interviewer)
- Sanz, A., Sorondo, A., & Testino, A. (2009). Evaluacion de la calidad de las aguas superficiales de la provincia del Chubut. *XXII Congreso Nacional del Agua* (p. 209). Trelew, Chubut: Coagua.
- Sarathi, S., & Mohseny, M. (2009, Enero 1). The fate of natural organic matter during UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> advanced oxidation of drinking water. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 160-169.
- Scordo, F. (2018, 03 30). *Dinámica integral de los recursos hídricos de la cuenca del río Senguer*. Retrieved from Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Sur: <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/4386>
- SCPL (Director). (2015). *Proceso de potabilizacion acueducto Jorge Carstens* [Motion Picture].
- Seelos, C., & Mair, J. (2007, Noviembre 1). *Profitable Business Models and Market Creation in the Context of Deep Poverty: A Strategic View*. Retrieved from <https://doi.org/10.5465/amp.2007.27895339>
- Sepltni, A., Maraschi, F., Sturini, M., Caratto, V., Ferretti, M., & Profumo, A. (2016, Junio 30). *Sorbents Coupled to Solar Light TiO<sub>2</sub>-Based Photocatalysts for Olive Mill Wastewater Treatment*. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1155/2016/8793841>
- Serrano, M., Montesinos, I., Cardador, M., Silva, M., & Gallego, M. (2015, Junio 1). *Seasonal evaluation of the presence of 46 disinfection by-products throughout a drinking water treatment plant*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.02.070>
- Shafer, S., Smith, H., & Linder, J. (2005, Mayo-Junio). *The power of business models*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2004.10.014>
- Sillanpää, M. (2015). *Natural Organic Matter in Water 1st Edition - Characterization and treatment methods*. Butterworth-Heinemann.
- Sillanpää, M., Ncibi, M. C., & Matilainen, A. (2018, Febrero 15). *Advanced oxidation processes for the removal of natural organic matter from drinking water sources: A comprehensive review*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.12.009>

- Singh, P., & Borthakur, A. (2018, Septiembre 20). *A review on biodegradation and photocatalytic degradation of organic pollutants: A bibliometric and comparative analysis*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.289>
- SITOS, S. d. (Director). (2016). *Quien miente* [Motion Picture].
- Sociedad Cooperativa de Comodoro Rivadavia. (2017, 07 01). *Cuadro tarifario de agua medida*. Retrieved from <https://scpl.coop/pdf/CTAM717.pdf>
- Sociedad Cooperativa Popular Limitada. (1988). *Agua: Elemento motor del desarrollo y fuente de vida*. Comodoro Rivadavia: SCPL.
- Sociedad Cooperativa Popular Limitada de Comodoro Rivadavia. (n.d.). *Calidad del Agua*. Retrieved from Un compromiso con la calidad. "El agua potable de red que llega a los hogares está controlada permanentemente por profesionales": <https://scpl.coop/index.php/site/ver-publicacion?id=496>
- Sökmen, M., Değerli, S., & Aslan, A. (2008, Mayo). *Photocatalytic disinfection of Giardia intestinalis and Acanthamoeba castellanii cysts in water*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2007.12.014>
- Stewart, D., & Zhao, Q. (2000, Septiembre 1). *Internet Marketing, Business Models, and Public Policy*. Retrieved from <https://doi.org/10.1509/jppm.19.2.287.17125>
- Stutely, R. (2000). *Plan de Negocios: La estrategia inteligente*. México: Prentice Hall Hispanoamericana.
- Stutely, R. (2000). *Plan de Negocios: La estrategia inteligente*. México: 2000.
- Tagliavini, D. (2016, 10 7). *Instituto Nacional del Agua*. Retrieved from Re-estatización de servicios de agua y saneamiento en la Argentina. Hacia un nuevo modelo de gestión pública.: [http://www.ina.gov.ar/ifrh-2016/trabajos/IFRH\\_2016\\_paper\\_37.pdf](http://www.ina.gov.ar/ifrh-2016/trabajos/IFRH_2016_paper_37.pdf)
- Tapia, G. (2011). *TECNOLOGÍAS EMERGENTES Y FACTORES FINANCIEROS ELEMENTALES A CONSIDERAR*. Retrieved from [http://157.92.136.59/download/rimf/rimf\\_v1\\_n1\\_08.pdf](http://157.92.136.59/download/rimf/rimf_v1_n1_08.pdf)
- Teta, M., Rankin, M., Long, S., Stein, G., & Kushner, J. (2007, Mayo 7). *Growth and Regeneration of Adult  $\beta$  Cells Does Not Involve Specialized Progenitors*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.devcel.2007.04.011>
- Timmers, P. (1998). *Business Models for Electronic Markets*. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/10196789800000016>

- Tong, H., Ouyang, S., Bi, Y., Umezawa, M., Oshikiri, M., & Ye, J. (2012). Nano-photocatalytic Materials: Possibilities and Challenges. *Advanced Materials*, 229-251.
- Toor, R., & Mohseni, M. (2007, Febrero). *UV-H2O2 based AOP and its integration with biological activated carbon treatment for DBP reduction in drinking water*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.09.043>
- Tribunal de cuentas municipal de Comodoro Rivadavia. (2019, 02). *Informe final de la auditoria economico-financiera sobre los servicios publicos concesionados de la*. Retrieved from Sociedad Cooperativa Popular Limitada de Comodoro Rivadavia: <http://tribunaldecuentascr.gob.ar/auditoria-a-la-scpl-informe-final-del-tcm/>
- Türko, E. (2016, Septiembre 19). *Business Plan Vs Business Model Canvas in Entrepreneurship Trainings: A Comparison of Students' Perceptions Esra*. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.5539/ass.v12n10p55>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2008). *Unidad 1: Consultoría y Asesoría*. Retrieved from [http://fcaenlinea1.unam.mx/apuntes/interiores/docs/98/opt/consulta\\_asesoria.pdf](http://fcaenlinea1.unam.mx/apuntes/interiores/docs/98/opt/consulta_asesoria.pdf)
- UNPSJB/DICYT. (2010, Septiembre 10). *Agencia Iberoamericana para la difusión de la ciencia y la tecnología*. Retrieved from Una tesis revela cómo afecta la contaminación de efluentes cloacales a las costas de Comodoro Rivadavia: <http://www.dicyt.com/viewNews.php?newsId=19012>
- Usach, N., & Freddo, B. (2015, Abril 14). *Crecimiento de una ciudad dispersa: análisis y reflexiones del caso de la ciudad de Comodoro Rivadavia*. Retrieved from Revista de informes científicos técnicos - Universidad Nacional de la Patagonia Austral: <http://secyt.unpa.edu.ar/journal/index.php/ICTUNPA/article/view/ICT-UNPA-107-2015>
- Vázquez, L. (2015, Diciembre 01). *Identidades*. Retrieved from De la ocupación a la legislación. Marco legal sobre el suelo urbano en Comodoro Rivadavia (1901-1996): <https://iidentidadess.files.wordpress.com/2015/07/06-identidades-9-5-2015-vazquez.pdf>
- Veolia Technologies. (2017). *Tratamiento de agua para la industrias Farmacéuticas y Cosméticas*. Retrieved from

<http://www.veoliawatertech.com/latam/es/mercados/industrial/farmaceutica-cosmetica/>

- Veolia Water Technologies. (2011, Marzo). *Tratamiento de aguas*. Retrieved from Procesos avanzados de biomasa fija sobre lecho móvil para el tratamiento de aguas residuales en la Industria Farmacéutica: [http://www.veoliawatertechnologies.es/vwst-iberica/ressources/documents/1/6295,Marzo\\_Abril-2011.pdf](http://www.veoliawatertechnologies.es/vwst-iberica/ressources/documents/1/6295,Marzo_Abril-2011.pdf)
- Villán, R. (2009). Escasez de agua y su gestión en el árido patagónico: El caso de Comodoro Rivadavia. *XXII Congreso Nacional del Agua* (p. 248). Trelew, Chubut: Conagua.
- Volkheimer, W. (2004, 01 01). *Breve enciclopedia del ambiente*. Retrieved from <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/ContamAgua.htm>
- Watson, A., & Wise, K. (1997). *Guía del Emprendedor*. México: PrenticeHall Hispanoamericana.
- Watts, R., Kong, S., Orr, M., Miller, G., & Henry, B. (1995, Enero 1). *Photocatalytic inactivation of coliform bacteria and viruses in secondary wastewater effluent*. Retrieved from [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(94\)E0122-M](https://doi.org/10.1016/0043-1354(94)E0122-M)
- Wu, P., Jiang, Y., Zhang, Q., Jia, Y., Peng, D., & Xu, W. (2016, Enero 18). *Comparative study on arsenate removal mechanism of MgO and MgO/TiO<sub>2</sub> composites: FTIR and XPS analysis*. Retrieved from <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2016/NJ/C5NJ02358K#!divAbstract>
- Xu, Y., Chen, T., Liu, Z., Zhu, S., Cui, F., & Shi, W. (2016, Enero 15). *The impact of recycling alum-humic-floc (AHF) on the removal of natural organic materials (NOM): Behavior of coagulation and adsorption*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.cej.2015.09.069>
- Yoshihara, T., Katoh, R., Furube, A., Tamaki, Y., Murai, M., Hara, K., . . . Tachiya, M. (2004, Febrero 28). *Identification of Reactive Species in Photoexcited Nanocrystalline TiO<sub>2</sub> Films by Wide-Wavelength-Range (400–2500 nm) Transient Absorption Spectroscopy*. Retrieved from <https://doi.org/10.1021/jp031305d>
- Youtube. (2014, Diciembre 4). *Acueducto Lago Musters SCPL*. Retrieved from [https://www.youtube.com/watch?v=dRtcIFaG\\_b0&t=44s](https://www.youtube.com/watch?v=dRtcIFaG_b0&t=44s)

- Yue, H., Wei, W., Yue, Z., Wang, B., Luo, N., Gao, Y., . . . Su, Z. (2012, Febrero 28). *The role of the lateral dimension of graphene oxide in the regulation of cellular responses*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2012.02.021>
- Zheng, Q., Yang, X., Deng, W., Le, X., & Li, X.-F. (2016, Abril). *Characterization of natural organic matter in water for optimizing water treatment and minimizing disinfection by-product formation*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jes.2016.03.005>
- Zott, C., & Amit, R. (2001, Junio 6). *Value creation in E-business*. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/smj.187>
- Zott, C., Amit, R., & Massa, L. (2011, Mayo 2). *The business model: Recent developments and future research*. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1177/0149206311406265>