



**FACULTAD DE OCEANOGRAFÍA, PESQUERÍA, CIENCIAS ALIMENTARIAS Y
ACUICULTURA**

MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA CIUDAD DE PUCALLPA

Línea de investigación:

Tecnologías para residuos y pasivos ambientales. Biorremediación

**Suficiencia Profesional para optar el título profesional de Ingeniero
Alimentario**

Autor:

Reyna Garrido, Oscar Alejandro

Asesor:

Chiyong Castillo, Javier Enrique
(ORCID: 0000-0001-7574-9209)

Jurado:

Moreno Garro, Víctor Raúl
Aldave Palacios Gladis Josefina
Blas Ramos, Walter Eduardo

Lima - Perú

2021



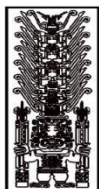
Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Referencia:

Reyna Garrido, O. (2021). *Monitoreo de la calidad del agua en la ciudad de Pucallpa* [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/5166>



FACULTAD DE OCEANOGRAFÍA, PESQUERÍA, CIENCIAS
ALIMENTARIAS Y ACUICULTURA

MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA CIUDAD DE
PUCALLPA

Línea de investigación:

Tecnologías para residuos y pasivos ambientales. Biorremediación

Suficiencia Profesional para optar el título profesional de Ingeniero Alimentario

Autor:

Reyna Garrido, Oscar Alejandro

Asesor:

Chiyong Castillo, Javier Enrique
(ORCID: 0000-0001-7574-9209)

Jurado:

Moreno Garro, Víctor Raúl
Aldave Palacios Gladis Josefina
Blas Ramos, Walter Eduardo

Lima - Perú

2021

Dedicatoria

A mis padres, esposa e hijo, por su apoyo, confianza y aliento que me brindan día a día para lograr mis metas y superar los obstáculos que la vida me va poniendo en el camino; a mis profesores, que después de mucho tiempo siguieron estando para mí, apoyándome a resolver mis dudas y alentándome a terminar lo que inicie, a todos ellos, MUCHAS GRACIAS.

Índice

I.	Introducción	1
1. 1.	Trayectoria del autor	1
1.1.1.	Datos del autor:	1
1.1.2.	Estudios realizados:	1
1.1.3.	Constancias y certificados:	2
1. 2.	Descripción de la Empresa.	8
1. 3.	Organigrama de la empresa.....	10
1. 4.	Áreas y funciones desempeñadas.....	12
1.4.1.	Departamento de Control de Calidad.	12
1.4.2.	Departamento de Producción.	14
II.	Descripción de una actividad específica.....	17
2.1.	Auxiliar de laboratorio.....	17
2.2.	Departamento de Control de Calidad.	17
2.3.	Equipos y Materiales	18
2.3.1.	Espectrofotómetro HACH – DR5000.....	18
2.3.2.	Espectrofotómetro HACH – DR890.....	19
2.3.3.	Multiparámetro HACH – HQ40d.	19
2.3.4.	Nefelómetro HACH – 2100N.....	20
2.3.5.	Nefelómetro HACH – 2100Q.	20
2.3.6.	Colorímetro HACH - Pocket II	21
2.3.7.	Bureta digital TitRex 0-50 mL.....	21
2.4.	Límites máximos permisibles del agua potable.....	22
2.4.1.	Parámetros que afectan la calidad estética y organoléptica del agua según la normativa peruana.....	22
2.4.2.	Parámetros que afectan la salud.....	23
2.4.3.	Parámetros biológicos.....	23

2.5. Ensayos Analíticos Realizados como analista de Laboratorio de Aguas.....	23
2.5.1. Turbiedad.	25
2.5.2. Medición del pH:.....	26
2.5.3. Medición de la conductividad:.....	27
2.5.4. Medición del Color:	29
2.5.5. Medición de la alcalinidad.	31
2.5.6. Medición de la Dureza Total:.....	34
2.5.7. Medición del calcio total:.....	37
2.5.8. Medición del Cloro residual libre:.....	39
2.5.9. Medición de Cloruros.	41
2.5.10. Medición de hierro.....	43
2.5.11. Medición de manganeso.	46
2.5.12. Medición de sulfatos.	49
2.5.13. Medición de aluminio.	50
2.5.14. Medición de nitratos.	53
2.5.15. Medición de nitritos.	54
III. Aportes más destacables a la Empresa:	56
IV. Conclusiones:.....	57
V. Recomendaciones:.....	59
VI. Referencias.....	62
VII. Anexos:.....	65
7. 1. Tablas:.....	65
7. 2. Lista de abreviaturas	69
7. 3. Glosario.....	70
VIII. Apéndice.....	72
8. 1. Calidad del agua y su relación con los alimentos.	73

8. 2. Decreto Supremo 007-96-SA “Reglamento sobre vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas”.....	88
8. 3. Decreto Supremo 031-2010-SA “Reglamento de la calidad del agua para consumo humano”.	144

Índice de tablas

Tabla	Pág.
Parámetros que afectan la calidad estética y organoléptica del agua, según la normatividad peruana.	65
Parámetros que afectan la salud.	67
Parámetros biológicos.	68

Índice de figuras

Figura	Pág.
Figura N° 01 - Organigrama estructural de EMAPACOP S.A. - segundo nivel	10
Figura N° 02 - Organigrama funcional de EMAPACOP S.A. proceso - cuarto nivel	11
Figura N° 03 - Espectrofotómetro DR 5000	18
Figura N° 04 - Espectrofotómetro DR 890	19
Figura N° 05 – Multiparámetro HQ y Sondas IntelliCal	20
Figura N° 06 - Nefelómetro HACH 2100N	20
Figura N° 07 - Nefelómetro HACH 2100Q	21
Figura N° 08 - Colorímetro Pocket II	21
Figura N° 09 - Ti trimétrico TitRex	22

Resumen

El agua, es parte esencial en casi todos los procesos industriales conocidos, sea como parte del producto a elaborar, como elemento de limpieza y aseo, y hasta como elemento refrigerante. La industria alimentaria no es ajena a esta realidad, y utiliza el agua en muchos de sus procesos de elaboración, desde la limpieza de la materia prima, equipos y ambientes donde se elaboran los alimentos; ablandadores, calderas y radiadores; hasta como parte del producto como es el caso de la industria de las bebidas, Hielo, etc. En el Perú, existen normativas legales que obligan a las industrias de alimentos a utilizar agua potable, es decir agua para consumo humano, Decreto Supremo N° 007-98-SA Reglamento sobre vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas. El agua de consumo humano o también conocida como potable, reúne características de calidad e inocuidad de obligatorio cumplimiento para poder ser consideradas así, estas se detallan en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA Reglamento de calidad de agua para consumo humano, las cuales están orientadas a resguardar la salud y bienestar del consumidor. Siendo las empresas prestadoras de servicios de saneamiento las principales proveedoras de agua potable en el Perú, son estas las que realizan el control de calidad de las aguas que distribuyen a la población, debiendo cumplir con los parámetros y límites máximos permisibles estipulados en el reglamento. Siendo estos tan amplios, y cuyos procesos analíticos costosos, el mismo reglamento da a conocer los Parámetros de Control Obligatorio (PACO) y su frecuencia de muestreo y control, permitiendo que las entidades fiscalizadoras como la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) y la Dirección General de Salud (DIGESA), realicen el monitoreo y análisis completo de las aguas que se brinda al público consumidor. En este trabajo, doy a conocer los análisis físicos y químicos de control de calidad que se realizan en el laboratorio de calidad de aguas de la Empresa Municipal de Agua potable y Alcantarillado de Coronel Portillo Sociedad Anónima (EMAPACOP S.A.), su importancia y los aportes realizados.

Palabras clave: monitoreo, calidad, agua, potable.

Abstract

Water is an essential part in almost all known industrial processes, either as part of the product to be manufactured, as a cleaning and cleaning element, and even as a cooling element. The food industry is no stranger to this reality, and uses water in many of its manufacturing processes, from cleaning the raw material, equipment and environments where food is made; softeners, boilers and radiators; even as part of the product as is the case of the beverage industry, Ice, etc. In Peru, there are legal regulations that oblige food industries to use drinking water, that is, water for human consumption, Supreme Decree No. 007-98-SA Regulation on health surveillance and control of food and beverages. Water for human consumption or also known as drinking water, meets quality and safety characteristics of mandatory compliance to be considered as such, these are detailed in Supreme Decree No. 031-2010-SA Regulation of water quality for human consumption, the which are oriented to protect the health and welfare of the consumer. The companies that provide sanitation services are the main providers of drinking water in Peru, these are the ones that carry out the quality control of the waters that they distribute to the population, and must comply with the maximum permissible parameters and limits stipulated in the regulation. Being these so broad, and whose expensive analytical processes, the same regulation discloses the Compulsory Control Parameters (PACO) and their sampling and control frequency, allowing the audit entities such as the National Superintendence of Sanitation Services (SUNASS) and the Directorate General of Health (DIGESA), carry out the complete monitoring and analysis of the water that is provided to the consuming public. In this work, I present the physical and chemical analyzes of quality control that are performed in the water quality laboratory of the Municipal Company of Drinking Water and Sewerage of Coronel Portillo Sociedad Anónima (EMAPACOP SA), its importance and contributions made.

Keywords: monitoring. quality, potable, water

I. Introducción

1. 1. Trayectoria del autor

1.1.1. Datos del autor:

Apellidos	Reyna Garrido
Nombres	Oscar Alejandro
Fecha de Nacimiento	04 de Agosto de 1971.
Lugar de Nacimiento	Lima – Lima – Lima – Perú.
Grado Académico	Bachiller (R.F. N° 069-2001-FOPCA).
Especialidad	Ingeniería Alimentaria.
C.U.I.	09619224
Dirección	Urb. Pedro Portillo (FONAVI) Mz. I, Lte. 11 – Yarinacocha – Coronel Portillo – Ucayali – Perú.
Teléfono	(061) 63-4681 o Celular 961-907411
E-Mail	oareygar@gmail.com - oareygar@yahoo.com - oreyna@emapacopsa.com.pe

1.1.2. Estudios realizados:

Estudios Primarios	Centro Educativo Particular Adventista Ucayali. De 1er a 6to grado de primaria de 1976 a 1982.
Estudios Secundarios	Centro Educativo Básico Regular La Inmaculada. De 1er a 3er año de secundaria de 1983 a 1985. Centro Educativo Particular Adventista Unión. 4to año de secundaria 1986.

Centro Educativo Estatal N° 3037.

5to año de secundaria 1987.

Lenguaje de Programación UMICROM – Ucayali Micro Computers.

BASIC. Del 01 de agosto al 30 de noviembre de 1989.

Estudios Superiores Universidad Nacional Federico Villarreal.

Facultad de Oceanografía, Pesquería y Ciencias Alimentarias.

Escuela Profesional de Ingeniería Alimentaria.

De 1988 a 1998.

Grado Académico Bachiller en Ingeniería Alimentaria.

19 de Julio del 2001.

1.1.3. Constancias y certificados:

Del 11 de abril al 05 de junio Participación y Aprobación del curso de **Toxicología de Alimentos** de 1993

Dictado en la UNFV – FOPCA – EPICA.

Del 28 al 31 de mayo de Participación en el seminario de Industria Alimentaria, 1996. organizado dentro del programa de divulgación de **Innovaciones Tecnológicas 1996.**

Dictado en SENATI.

Del 14 al 18 de octubre de Certificado de **Expositor de Producto**, durante el concurso de 1996. Alimentos desarrollados por la EPIA.

Realizado en la UNFV – FOPCA – EPICA.

Del 01 de Julio al 28 de Certificado de participación en el curso taller **Obtención y Manejo de Información**, desarrollado en el marco del diciembre de 1996.

	proyecto de Desarrollo y Mejora de los Sistemas de Producción.
	Desarrollado en las instalaciones de Didacta Science.
En octubre de 1997	Constancia de Expositor de Producto , durante la semana de Alimentaria 1997.
	Realizado en la UNFV – FOPCA – EPICA.
Del 30 de junio al 27 de diciembre de 1997.	Certificado de participación en el curso taller Diseño y Animación 3D – Studio y 3D Mach , desarrollado en el marco del proyecto de Desarrollo y Mejora de los Sistemas de Producción.
	Desarrollado en las instalaciones de Didacta Science.
Del 04 al 05 de mayo del 2000.	Participación en el taller de Pasos y Técnicas I .
	Desarrollado en los ambientes de Cervecería San Juan S.A.A.
20 de enero del 2001.	Participación en el curso de Seguridad Contra Incendios , dictado por TECNESE S.R.L.
	Desarrollado en los ambientes de Cervecería San Juan S.A.A.
23 de noviembre del 2002.	Participación en el curso de Costos Económicos Aplicados a Empresas de Agua Potable , dictado por EMAPACOP S.A.
	Desarrollado en las instalaciones de la Empresa.
31 de julio del 2004.	Participación en el curso taller Proceso de Potabilización del Agua , dictado por EMAPACOP S.A.
	Desarrollado en las instalaciones de la Empresa.

- 16 y 17 de noviembre del 2004. Participación en el curso taller **El Sulfato de Aluminio en el Tratamiento del Agua Para Consumo Humano**, dictado por SUD-CHEMIE Perú S.A.
Desarrollado en las instalaciones de EMAPACOP S.A.
- 02, 03, 04 y 08 de mayo del 2007. Participación en el seminario taller **Plan Estratégico Consorcio Madera – Muebles – Ucayali**.
Realizado por el Ministerio de la Producción.
- 24 de marzo del 2008. Participación al seminario presencial **Procedimientos Ambientales en las Actividades de Hidrocarburos**.
Realizado por el Gobierno Regional de Ucayali.
- 25 de marzo del 2008. Participación en el Taller **Aspectos Prácticos del Tratamiento del Agua para Consumo Humano**.
Realizado por Sud-Chemie Perú S.A.
- 27 de mayo del 2008. Participación en el curso de capacitación **Reglamento de la Calidad de la Prestación de los Servicios de Saneamiento**.
Realizado por SUNASS Iquitos y EMAPACOP S.A.
- 24 de julio del 2008. Participación en el **Seminario Regional para la Implementación Efectiva de la ley de Control de Insumos Químicos y Productos Fiscalizados, Plan de Impacto Rápido PIR 2008**.
Realizado por DEVIDA Y PRODUCE Ucayali.
- 30 de abril del 2009. Participación como asistente al FORUM **Exploración de Hidrocarburos en Ucayali**.
Realizado por Gobierno Regional de Ucayali.

- 14 y 15 de mayo del 2009. Participación en el **1er Foro Petrolero del 2009.**
Realizado por Perú Petro.
- 28 y 29 de mayo del 2009. Participación al Seminario de **Energías Renovables y Medio Ambiente.**
Realizado por Gobierno regional de Ucayali.
- 15 de Julio del 2009. Participación en la **8va Jornada de Carpintería Metálica.**
Realizado por Corporación Aceros Arequipa S.A.
- 27 de noviembre del 2009. Participación como asistente al seminario **Actividades de Explotación de Hidrocarburos en Ucayali.**
Realizado por Dirección Regional de Energía y Minas de Ucayali.
- 30 de junio del 2010. Participación como asistente al seminario **Nuevos proyectos de Hidrocarburos en Ucayali.**
Realizado por Dirección Regional de Energía y Minas de Ucayali.
- 15 y 16 de julio del 2010. Participación como asistente al curso **Seguridad e Higiene Industrial.**
Realizado por EMAPACOP S.A.
- Del 12 de abril al 30 de Julio del 2010. Curso de **Especialista en Gestión Sindical.**
Realizado por PLADES, CGTP, IESI, Universidad Nacional Enrique Guzmán y Valle y FNV.
- 24 y 25 de setiembre del 2010. Participación en el taller **Defensa del Trabajo Digno y del Derecho Humano al Agua, a través de la Negociación Colectiva y el Dialogo Social.**

	Realizado por FENTAP, CGTP, IESI, FOS y Cooperación Belga para el Desarrollo.
28 de abril del 2011.	Participación en el taller Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos. Realizado por EMAPACOP S.A.
23 de junio de 2011.	Participación en el Curso Superior en Gestión Sindical- Realizado por CGTP, FNV, Universidad Nacional Enrique Guzmán y Valle, IESI y PLADES.
21 de agosto del 2011.	Participación en el seminario Sistema de formación para la innovación del Derecho Sindical. Realizado por FENTAP, CGTP, IESI, FOS y Cooperación Belga para el Desarrollo.
25 y 26 de abril del 2014	Participación en el Curso Taller Implementación del Sistema de Gestión Ambiental – ISO 14001:2004. Organizado por el Colegio de Ingenieros del Perú.
20 de junio del 2014	Participación en el taller: Aplicación de Normativa de VMA de Aguas Residuales no Domesticas. Realizado por SUNASS.
11 de setiembre del 2014.	Participación en el curso de Tratamiento y Potabilización del Agua con Sulfato de Aluminio. Realizado por Aris Industrial S.A.
04 de diciembre del 2014.	Participación y aprobación con calificativo de 85, en el curso básico Sistema de Comando de Incidentes. Desarrollado por INDECI.

- 13 al 17 de julio del 2015- Participación en el **III Curso Capacitación para Operadores de Plantas de Tratamiento de Agua Potable de Filtración Rápida.**
Realizado por SUNASS.
- 13 de agosto del 2015. Participación en curso de capacitación: **Características Físicas y Químicas del Sulfato de Aluminio y Determinación de la Dosis Optima de Aplicación.**
Realizado por Aris Industrial S.A.
- 13 de noviembre del 2016 Participación en la capacitación: **Coagulantes Pantera y Calidad del Agua Potable.**
Realizado por Aris Industrial S.A.
- Del 12 de noviembre 2016 al 06 de enero del 2017 Participación en el curso taller: **Alta Especialización en el Análisis de Vulnerabilidad y Plan de Operaciones de Emergencia para Sistemas de Saneamiento.**
Organizado por: CONHYDRA, OTASS y Ministerio de Vivienda.
- Del 13 al 17 de noviembre del 2017 Participar en la Capacitación para operadores de **Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales-**
Organizado por SENATI
- Del 23 de septiembre del 2017 al 24 de febrero 2018 Diplomado en **Gestión Ambiental y Manejo de Residuos Sólidos”**
Organizado por el Colegio de Ingenieros de Ucayali y OLC.
- 27 de diciembre del 2018 Participación en la capacitación: **Seguridad Basada en el Comportamiento.**

Organizado por Estudios y Proyectos de Inversión SRL y
SIMA de EMAPACOP S.A.

1. 2. Descripción de la empresa

La Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Coronel Portillo Sociedad Anónima – EMAPACOP S.A., es una Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento de Derecho Privado, cuyas actividades están normadas por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCyS); y la Dirección Nacional de Presupuesto Público (DNPP) del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). EMAPACOP S.A. se constituyó sobre la base de la Unidad Operativa SENAPA – UCAYALI, del Servicio Nacional de Agua Potable y Alcantarillado (SENAPA), ya que mediante D.S. N° 051-92-PCM se transfirió a título gratuito la totalidad de los bienes de la citada Unidad Operativa a la Municipalidad Provincial de Coronel Portillo. (EMAPACOP S.A., 2014)

Posteriormente, por Resolución de Alcaldía N° 1502-A-92-MPCP se aprobó la creación de EMAPACOP como Empresa Municipal de Derecho Privado, la cual se elevó a escritura Pública, inscribiéndose su constitución en el Asiento N° 01, folio 401 del tomo 27 del Registro de Sociedades Mercantiles de Pucallpa, como EMAPACOP S.A.

La Creación de la Empresa estuvo encuadrada en el Marco de la Ley Orgánica de Municipalidades N° 23583, iniciando formalmente sus actividades el 01 de Julio de 1,992. En 2016 ingresa al Régimen de Administración Transitoria (RAT) bajo la administración del Organismo Transitorio de Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS), quien en Julio del 2019 se transforma en Agua Pucallpa – EMAPACOP S.A.

Objetivo social

El objetivo de la Entidades la prestación de Servicios de saneamiento: captación, tratamiento y distribución de Agua Potable y la recolección de Aguas residuales. (EMAPACOP S.A., 2014)

Visión

“En el año 2021 somos una EPS reconocida por brindar los servicios de Agua Potable y Alcantarillado con altos niveles de calidad, cantidad, continuidad y seguridad, cuenta con un personal muy calificado y comprometido, obtiene creciente y sostenida rentabilidad económica y social, y contribuye eficazmente con la preservación del medio ambiente”. (EMAPACOP S.A., 2014)

1. 3. Organigrama de la empresa

Figura 1

Organigrama Estructural de EMAPACOP S.A. - Segundo Nivel (EMAPACOP S.A., 2019)

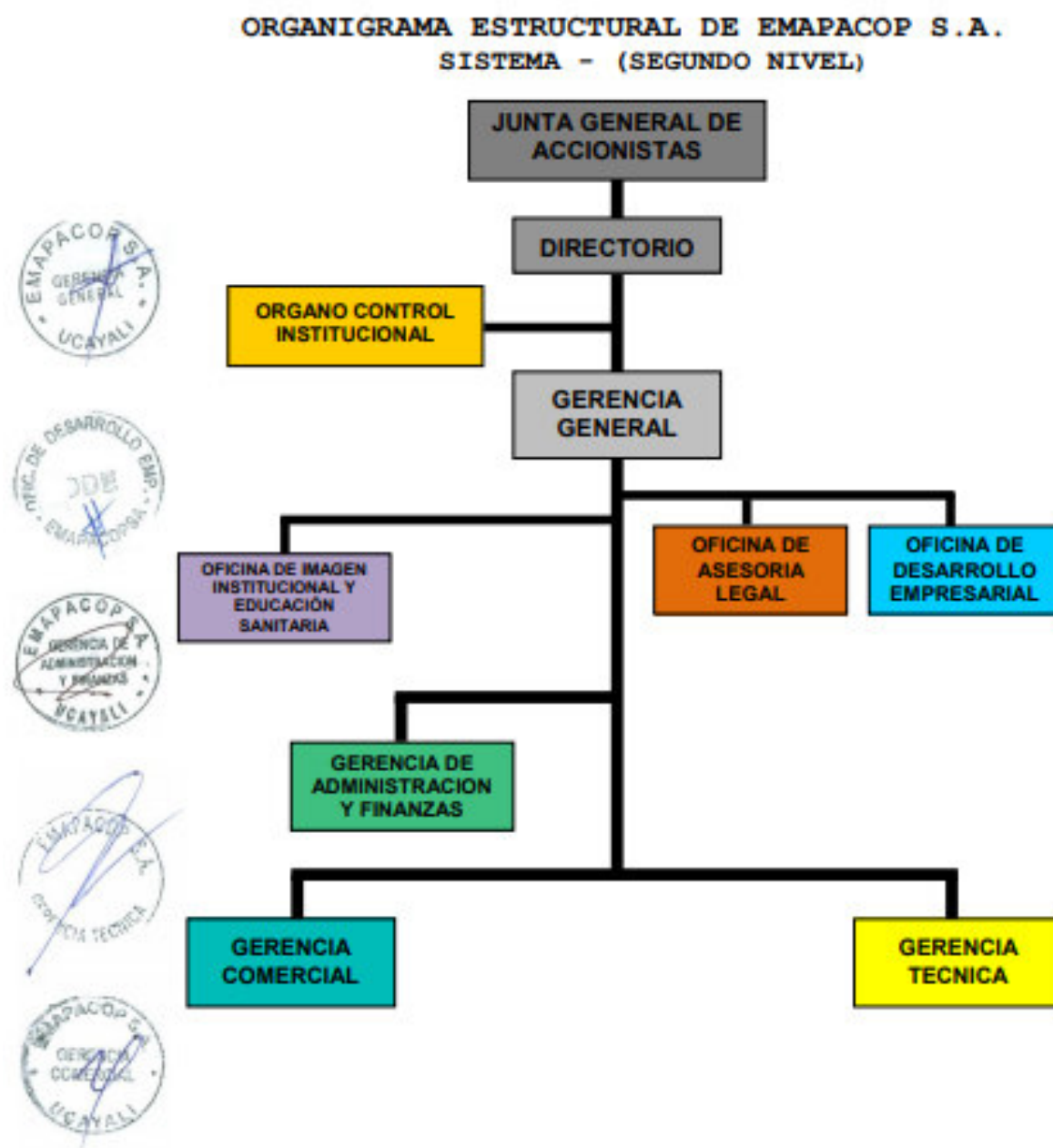
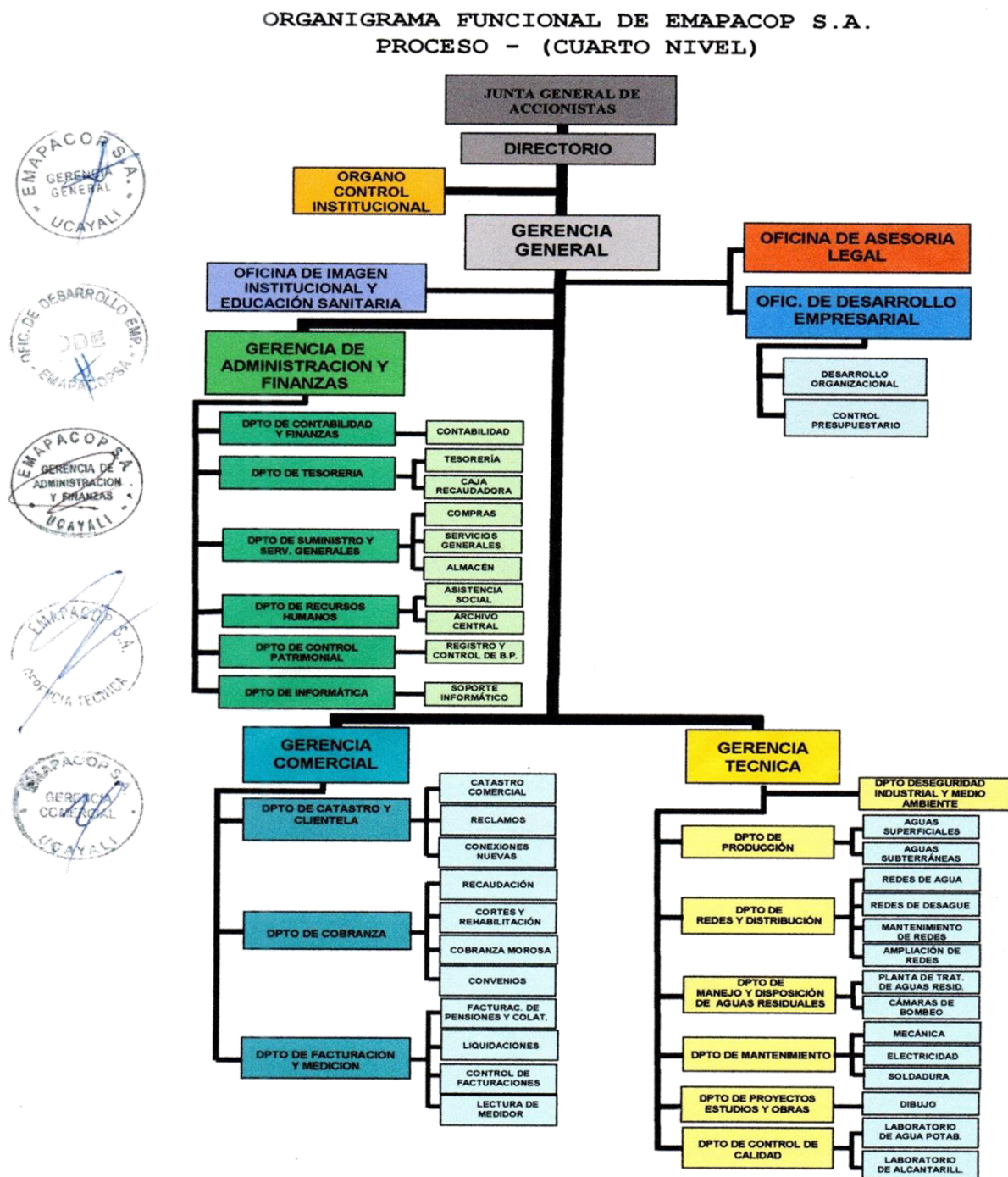


Figura 2

Organigrama Funcional de EMAPACOP S.A. Proceso - Cuarto Nivel (EMAPACOP S.A., 2019)



1. 4. Áreas y funciones desempeñadas

Desde mi ingreso a EMAPACOP S.A., he laborado en:

1.4.1. Departamento de Control de Calidad

Es el órgano encargado de controlar la calidad de agua en base a los análisis físico, químico y bacteriológico, contribuyendo a la producción y distribución del servicio en cumplimiento a la normatividad vigente a fin de proteger la salubridad del usuario y del medio ambiente, controlando y reduciendo los impactos que puedan tener las aguas residuales en el ambiente, y desarrollando un sistema de gestión de calidad que sirva para lograr Certificaciones Internacionales de Calidad. (EMAPACOP S.A., 2015)

Funciones generales.

- Elaborar y proponer los programas de control de calidad de los servicios, verificando el cumplimiento de los niveles de calidad de los procesos.
- Ejecutar planes de muestreo y análisis físico, químico y bacteriológico de agua cruda, tratada, almacenada y distribuida, de acuerdo a normas y técnicas estandarizadas.
- Programar planes de muestreo y análisis físico, químico y bacteriológico de aguas servidas, de acuerdo a las normas establecidas.
- Programar planes de muestreo y análisis físico, químico y bacteriológico de desagües no domésticos, de acuerdo a las normas establecidas.
- Ejecutar planes de muestreo y análisis de calidad de los insumos químicos para tratamiento de agua, verificando que cumplan las normas técnicas establecidas.
- Controlar y reportar los insumos químicos y productos fiscalizados.
- Monitorear permanentemente la calidad de agua potable y de aguas servidas.

- Efectuar el seguimiento del control de calidad de las operaciones de captación, tratamiento, almacenamiento y distribución del agua y/o desagüe, informando y sugiriendo las medidas correctivas a adoptarse.
- Elaborar informes estadísticos del desarrollo de control de calidad, referentes al proceso de agua potable y de aguas servidas.
- Preparar los reactivos necesarios para los análisis de control de calidad de los servicios.
- Controlar la calidad del afluente de aguas servidas proveniente de las conexiones domiciliarias cuando el caso lo requiera.
- Operar el módulo del Sistema Integrado concerniente a la gestión operativa; lo que permitirá sistematizar la información y enviarlas a las oficinas y departamentos vinculados para la toma de decisiones.
- Garantizar la calidad de los servicios que se suministra a los Usuarios.
- Coordinar el diseño de planes, normas, programas y políticas de mejora en los procesos productivos y de prestación de servicios y el impacto que pueda causar en el medio ambiente.

En esta área inicie como analista químico de Aguas, dentro de las labores que realizaba, estaban el monitoreo en campo (redes de distribución) y de los parámetros de control obligatorio (PCO) detallados en la 031-2010SA (Turbiedad, pH y Cloro Residual Libre), respetando las frecuencias mínimas de muestreo dadas en la Resolución de Consejo Directivo 015-2012-SUNASS-CD.

Monitoreo de los PCO en Fuentes de Abastecimiento subterráneas (Pozos), toma de muestras en Fuentes y Redes para análisis completos (análisis del anexo I y II de la 031-2010SA), análisis químico de las muestras llegadas al laboratorio de aguas a su salida de

microbiología, así como cualquier otra actividad relacionada que asignaba la jefatura o su asistente.

Posteriormente fui asignado a asistente con labores de carácter administrativo y de control, tales como creación de informes, Interpretación de los resultados microbiológicos y analíticos que emite el Laboratorio de Aguas. Seguimiento de las metas gestión del Departamento - RCD 015-2012-SUNASS-CD, programación de las labores habituales y extra ordinarias que realiza el personal de Control de Calidad.

Informar a la jefatura el stock de insumos y los requerimientos de los Laboratorios (Aguas, Aguas Residuales y Procesos), actualizar la información remitida a SUNASS, mediante el SICAP (Sistema de captura de información), así como, distribuir al personal diariamente, según la programación, plan de trabajo u orden recibida de la jefatura.

Actualmente, laboro como titular del Departamento de Control de Calidad, teniendo a mi cargo los Laboratorios de Aguas y Aguas Residuales.

1.4.2. Departamento de Producción

Es el órgano responsable de operar y controlar la producción de agua superficial y la producción de agua subterránea; así como, ejecutar, coordinar y controlar los programas productivos referidos a las redes de micro y macro mediciones. (EMAPACOP S.A., 2015)

Funciones generales.

- Programar y controlar las operaciones de los servicios a fin de controlar las variaciones estacionales y diarias de consumos de agua.
- Controlar los niveles de volumen de agua en reservorios y la distribución del caudal en las redes de distribución emitiendo informes de la situación de los sistemas controlados.

- Centralizar el control del proceso de tratamiento desde la captación de agua cruda hasta la distribución de agua potable.
- Controlar la producción de agua potable para la óptima utilización del recurso en la satisfacción de las necesidades del usuario.
- Diseñar un cronograma de actividades para la instalación de medidores de tiempo, recursos monetarios y necesidad de personal, así como disponer con la debida anticipación la fabricación de sus accesorios y complementos.
- Coordinar con las dependencias del sector salud, campañas de evaluación del agua superficial y subterránea que pueda tener efectos contaminantes provenientes de desechos industriales, agrícolas y municipales.
- Formular las proyecciones sobre las capacidades y necesidades futuras de abastecimiento de agua y alcantarillado.
- Registrar, procesar, generar y centralizar la información operacional de los servicios de saneamiento.
- Controlar la operación de los sistemas de agua.
- Coordinar y controlar la elaboración y actualización de las normas y manuales de operación.
- Generar información estadística sobre el proceso de captación, tratamiento.
- Implantar y operar un sistema de información operacional confiable, para el control de la producción de agua potable.
- Establecer normas y procedimientos técnicos que optimicen la eficiencia operacional de los servicios.
- Controlar el avance de los programas de operación en ejecución.

- Coordinar, desarrollar y conducir estudios para la normalización y/o estandarización de los equipos de operaciones.
- Evaluar la factibilidad de reducir la presencia de metales pesados como el plomo en las tuberías y cañerías de agua, a efectos de evitar que se constituyan en factores de riesgo para la población consumidora.
- Desempeñar las demás funciones que le asigne la Gerencia Técnica.

Aquí laboré como titular del departamento de producción, siendo responsable del sistema productivo de agua potable de la ciudad de Pucallpa.

II. Descripción de una actividad específica

2.1. Auxiliar de laboratorio.

Ya que fue una de las principales labores que desarrolle; he decidido describir las labores realizadas como auxiliar de Laboratorio del Laboratorio de Aguas, puesto que es en esta etapa donde utilice en mayor proporción los conocimientos previos obtenidos en la Escuela de Ingeniería en Ciencias Alimentarias, tales como: Química General, Química Analítica, Físico Química, Estadística, etc.

La calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con los estándares de calidad del agua (Límites Máximos Permisibles), según el uso y denominación del agua. En el caso del agua potable, estas normas se establecen para asegurar un suministro de agua saludable para el consumo humano y, de este modo, proteger la salud de las personas. (MINISTERIO DE SALUD, 2010). Estas normas se basan en unos niveles de toxicidad aceptables tanto para las personas como para los organismos acuáticos.

2.2. Departamento de Control de Calidad.

El Laboratorio de Control de Calidad es un área restringida, con acceso limitado, los equipos se encuentran distribuidos según sus características de manera tal, que no perjudiquen o interfieran con el buen funcionamiento de otros equipos o labores del área. Actualmente el Departamento de Control de Calidad, cuenta con una oficina administrativa y dos laboratorios, el de aguas sub dividido en: Microbiología y Físico Química, y el de Aguas residuales.

Las labores en el área de Control de Calidad de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Coronel Portillo Sociedad Anónima (EMAPACOP S.A.), se inician a las

6:00 a.m., y finalizan a las 10:00 p.m., incluyendo domingos y feriados (RCD N° 015-2012-SUNASS-CD). (SUNASS, 2013)

2.3. Equipos y materiales

En Laboratorio se cuenta con los equipos básicos de control instrumental (Potenciómetro, Colorímetro, Conductímetro y Turbidímetro) a fin de garantizar los parámetros de control obligatorio (PCO), así también con equipos para los análisis físico químicos y microbiológicos, todos ellos bajo la normativa nacional aprobada por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), la misma que emite la Norma Técnica Peruana – de los procesos analíticos para el agua de consumo humano, muchos de los cuales, corresponden a normativas internacionales aprobadas y publicadas en el “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, de Estados Unidos de Norte América, en Castellano: Métodos Estándar para el Examen de Agua y Aguas Residuales.

2.3.1. Espectrofotómetro HACH – DR5000

Más de 240 métodos de análisis de agua pre programados. Mediciones sin desviación y métodos UV (materia orgánica/nitrato). (HACH, 2019).

Figura 3
Espectrofotómetro DR 5000



2.3.2. Espectrofotómetro HACH – DR890

Específico para análisis de calidad de aguas, es un espectrofotómetro de análisis “In Situ”, con una longitud de onda de: 420 nm, 520 nm, 560 nm, 610 nm, y un ancho de banda espectral de 10 nm.; con 99 análisis pre programados y 20 de programación del analista. (HACH, 2019).

Figura 4
Espectrofotómetro DR 890



2.3.3. Multiparámetro HACH – HQ40d

Con sus respectivas sondas IntelliCal de pH, Conductancia y Oxígeno Disuelto, en sus versiones de sobremesa y de campo (robusto). (HACH, 2019).

Figura 5
Multiparámetros HQ40d y Sus Sondas IntelliCal



2.3.4. Nefelómetro HACH – 2100N

Equipo utilizado para medir la turbiedad del agua en Laboratorio, es de uso indispensable en el monitoreo de la calidad de aguas.

Este modelo es una presentación de mesa.(HACH, 2019).

Figura 6
Nefelómetro de Sobremesa.



2.3.5. Nefelómetro HACH – 2100Q

Equipo utilizado para medir la turbiedad del agua en Campo “In Situ”, es de uso indispensable en el monitoreo de la calidad de aguas.

Este modelo es una presentación portable. (HACH, 2019).

Figura 7
Nefelómetro Portable.



2.3.6. Colorímetro HACH - Pocket II

Programado de fábrica para la lectura de Cloro Residual Libre (CRL) y Cloro Total (CT). Utiliza como reactivo indicador el dietil-p-fenilen diamina (DPD). (HACH, 2019).

Figura 8
Colorímetro Portable Para Cloro.



2.3.7. Bureta digital TitRex 0-50 mL

Con una exactitud de 0.01 mL, calibrada de fábrica y con sistema de bloqueo anti goteo. Es un equipo electrónico digital que nos permite realizar ensayos analíticos de titulación con un nivel de exactitud y repetitividad muy elevado. (WITEG, 2019).

Figura 9
Bureta Digital.



2.4. Límites máximos permisibles del agua potable.

Enunciados en el Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano D.S. 031-2010-SA.

2.4.1. Parámetros que afectan la calidad estética y organoléptica del agua según la normativa peruana.

Son aquellos que por su contenido pueden afectar el olor, color y sabor del agua que se consume. Ver tabla 1.

2.4.2. *Parámetros que afectan la salud.*

Son aquellos cuyo contenido pueden causar daño al cuerpo y la salud del consumidor.

Ver tabla 2.

2.4.3. *Parámetros biológicos.*

Son aquellos, que en determinadas concentraciones pueden ser lesivos a la salud del consumidor. Ver tabla 3.

2.5. *Ensayos Analíticos Realizados como analista de Laboratorio de Aguas.*

Diariamente tenía bajo mi cargo los análisis PACO, los cuales se reportan con una frecuencia de cuatro veces al día, siendo estas las determinaciones de:

- Turbiedad,
- Color,
- Cloro residual libre,
- pH y
- Conductancia.

Se inicia cuando el auxiliar de campo entrega las muestras en laboratorio y entrega el formato de custodia, inmediatamente se toman dos volúmenes de 10 y 25 ml para los ensayos de CIRL y Turbiedad - Color respectivamente y se instala el frasco con la muestra restante en el Multiparámetro, el cual tomara las medidas de pH y Conductancia, la información de obtenida de cada muestra es anotada en el reporte diario de procesos y de observarse algún parámetro fuera de lo permitido se reportará inmediatamente al Departamento de Producción para que tome las acciones correctivas.

Así mismo, por punto de control se realizan una serie de ensayos analíticos y evaluaciones, con la finalidad de caracterizar el agua de tratamiento y monitorear el proceso de producción, almacenamiento, distribución y más aún, monitorear la calidad del agua que llega al usuario final. La empresa tiene bajo su responsabilidad informar las características del agua que brinda a los usuarios, así como las características del agua que llega a las distintas viviendas de la red de distribución, la selección del punto de análisis es aleatoria, así está enunciado en el RCD 015-2012-SUNASS-CD. (SUNASS, 2013)

De los análisis existentes se menciona que existen análisis físicos, químicos y bacteriológicos, distribuyéndose de la siguiente manera:

Análisis físico

Son aquellos que se relacionan con las propiedades organolépticas, para lo que se usa ciertos parámetros que permiten tener un juicio acertado respecto a la calidad del agua. Entre ellos tenemos el color, olor, sabor, temperatura, turbidez y acidez.

Análisis químico

Es el proceso mediante el cual se puede cuantificar la materia orgánica e inorgánica presentes en el agua. Son estos componentes los que afectarán principalmente la calidad del agua y definirán las características principales del producto. Dentro de los principales valores a medir tenemos el cloro residual libre, la alcalinidad, la dureza total, calcio, cloruros, hierro, manganeso, sulfatos, aluminio, nitratos y nitritos.

Análisis microbiológico

Es el análisis realizado al agua a fin de identificar y cuantificar los organismos presentes en ella, los cuales deberán ser eliminados o diezmados según sea el caso. En las aguas de consumo humano se analiza la presencia de los coliformes totales y termotolerantes (*Escherichia Coli*), organismos de vida libre, helmintos, paracitos, algas y larvas.

A continuación, se menciona y describe los ensayos analíticos físicos y Químicos de monitoreo y control que el Laboratorio de Aguas de EMAPACOP S.A. realiza.

2.5.1. *Turbiedad*

NTP 214.006 1999. Agua para consumo humano. Determinación de turbiedad. Método nefelométrico. (INDECOPI, 1999)

Es la medida de opacidad del agua, comparada con estándares establecidos. Se realiza mediante el uso de un Turbidímetro nefelométrico, está basado en la comparación de la intensidad de la luz dispersada por una suspensión estándar de referencia bajo iguales condiciones; o sea cuando más luz dispersa se presente, mayor será la turbiedad. Para la calibración se utiliza un polímero de formalina, el cual proporciona una suspensión estándar de referencia, siendo fácil de preparar y de mayor reproducibilidad que el limo o turbiedad natural.

La muestra a ser analizada deberá encontrarse libre de basuras y sedimentos gruesos que se asienten rápidamente, la cristalería debe encontrarse perfectamente limpia, libre de burbujas y vibraciones.

El equipo turbidimétrico (Nefelómetro) debe estar bien calibrado y la tapa debe cerrar bien evitando cualquier tipo de interferencia externa, además, la sensibilidad del equipo debe permitir detectar diferencias de 0.01 NTU, el laboratorio está equipado con un Nefelómetro 2100N con una sensibilidad de 0.001 NTU, actualmente existen equipos turbidimétricos con una sensibilidad de 0.0001 NTU.

El LMP, según el DS 031-2010SA es 5.00 NTU. (SUNASS, 2013)

Medición.

Se procede a encender el equipo y comprobar que la alarma de calibración este apagada, agitar la muestra y llenar la celda (de 20 ml en caso sea Nefelómetro de mesa o de 10 ml en caso sea nefelómetro de campo). Posteriormente se seca la muestra con un paño fino que no desprenda pelusas y se inserta en la cavidad de lectura del equipo, se presiona el botón de lectura y espera el resultado, al obtener la primera lectura se realiza otra de comprobación; se anota el resultado final en el formato de monitoreo.

2.5.2. Medición del pH:

El termino pH es usado universalmente para expresar la intensidad de las soluciones acidas o alcalinas. Es también una forma de expresar las concentraciones de hidrogeno o más precisamente la actividad del ion hidrogeno. El pH es un factor muy importante en la coagulación química, desinfección, ablandamiento y control de corrosión. (INDECOPI, 1971)

Se realiza mediante el uso de un potenciómetro, el mismo deberá estar debidamente calibrado, las soluciones de calibración de pH 4 y 7 se obtienen de la misma empresa que provee el equipo potenciométrico. El electrodo se mantendrá sumergido en una solución de agua bidestilada.

El LMP, según el DS 031-2010SA Es de un rango no menor a 6.50, ni mayor a 8.50. (SUNASS, 2013)

Medición.

Se instala el equipo y se toma una muestra en un vaso de precipitado misma que debe permitir que el electrodo este sumergido por lo menos hasta la mitad, evitando que este toque el fondo del envase, se deja que la lectura se estabilice y se anota el pH y la temperatura, los equipos actuales tienen dentro de sus características comunes la de poder medir la temperatura

con la opción de variar el pH de acuerdo a la temperatura actual que tiene el agua, la temperatura base es de 25 °C, el equipo automáticamente realizará las correcciones según la diferencia de temperatura existente.

Aplicación.

- Sirve como una forma práctica de comparar la acidez o la alcalinidad relativa de una solución.
- Es parte del proceso de caracterización del agua y nos informa referente a la conducta química del agua y nos previene en referencia a la formación de incrustaciones o corrosión en los equipos y partes en contacto.

2.5.3. Medición de la conductividad:

La conductancia, es una medida de la capacidad del agua para transmitir la corriente eléctrica y esta propiedad está seleccionada con la concentración total de sustancias ionizadas en un agua, la salinidad de esta y la temperatura a la que se hace la medición. Afectan la conductancia específica la naturaleza de las distintas sustancias disueltas, sus concentraciones reales y relativas y la concentración iónica de la muestra. (American Public Health Association, APHA, 2017)

Un sistema acuoso contiene moléculas disociadas las cuales conducen la corriente eléctrica. Con una corriente continua los iones positivos se trasladan al electrodo negativo (cátodo), mientras los iones cargados negativamente se trasladan al electrodo positivo (ánodo). La mayor parte de ácidos, bases y sales (tales como Ácido Clorhídrico, Carbonato de Sodio y Cloruro de Sodio) son buenos conductores. A la inversa moléculas de muchos compuestos

orgánicos tales como la sacarosa y benceno no se disocian en solución acuosa y conducen la corriente muy pobremente.

Agua recientemente destilada tiene una conductancia específica de 0.5 a 2.0 micromhos/cm; después de algunas semanas de almacenaje el valor será de 2 a 4 micromhos/cm. Este incremento resulta principalmente de la adsorción de dióxido de Carbono y en menor cantidad amoníaco de la atmósfera.

Para la medida de la conductancia, existen distintos equipos en el mercado llamados conductímetros, los mismos que cuentan con una sensibilidad de 1 a 0.1 micro Siemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$) este valor es medido a 25°C , teniendo una variación de hasta 2% por grado de temperatura, así mismo proveen el valor de Sólidos Totales Disueltos (TDS) y la salinidad del compuesto.

Vale mencionar que el valor de TDS es obtenido de multiplicar la conductancia por un factor empírico. Este valor puede variar de 0.55 a 0.90; dependiendo de los componentes solubles de un agua, el valor predeterminado en los equipos es de 0.65, siendo este valor el más usado, además todos los equipos vienen con la opción de cambiar este valor por otro en un rango de 0.33 a 0.99, usándose valores altos para aguas salinas y/o aguas de calderas y valores bajos para aguas con presencia de hidróxidos o ácidos libres.

El LMP, según el DS 031-2010SA: $1500.0 \mu\text{S}/\text{cm}$. (SUNASS, 2013)

Medición.

Se introduce el electrodo en el medio acuoso a medir, se espera a que la lectura del equipo se estabilice y se procede a tomar lectura de la conductividad, la mayoría de equipos realizan la lectura de la temperatura en el mismo electrodo, presentando esta lectura en pantalla, así también realizan la lectura corregida de la conductividad en relación la temperatura.

Después de tomar los datos de conductancia específica, salinidad, Sólidos Totales Disueltos y Temperatura, se enjuaga el electrodo con agua destilada y se almacena en su respectiva capsula.

Aplicación.

Tiene un gran número de aplicaciones prácticas como las siguientes:

- Pureza del agua destilada y del agua desionizada.
- Variación de la concentración de minerales disueltos de aguas naturales o de desecho.
- La medida de la conductividad proporciona una idea de las porciones alícuotas que se deben tomar para determinaciones químicas comunes, también ofrece un medio para comprobar y comparar los resultados de los análisis químicos.
- La medida de la conductancia específica hace posible la determinación de la cantidad del reactivo iónico necesario en ciertas pruebas de neutralización y precipitación; el punto final se encuentra por el cambio en la pendiente de la curva de conductividad.

2.5.4. Medición del Color:

Muchas aguas superficiales, especialmente aquellas provenientes de zonas pantanosas, son frecuentemente coloreadas e inaceptadas para uso doméstico. Las sustancias colorantes resultan del contacto del agua con desechos orgánicos, tales como hojas y maderas en varias fases de descomposición. Taninos, ácido húmico y humatos, provenientes de la descomposición de la lignina son considerados como las principales fuentes de color. Hierro algunas veces bajo la forma de humato perico produce un color de alta densidad. (INDECI, 1999)

El color existente en las aguas son partículas coloidales cargadas negativamente. A causa de esta propiedad, es fácilmente removible el color mediante el uso de sales metálicas trivalentes como las de hierro y aluminio (Sulfato de Aluminio). Existe una relación estequiométrica entre el color y la dosis de coagulante.

Existe también el color aparente que no es más que materia coloreada en estado de suspensión contenida en el agua, este color se retira mediante un filtrado en tamiz con porosidad de 47 μm de diámetro

El LMP, según el DS 031-2010SA: 15.0 uC. (SUNASS, 2013)

Medición.

El color se determina por comparación visual de la muestra con soluciones coloridas de concentraciones conocidas, también puede determinarse por comparación con discos de cristal siempre que se hayan calibrado apropiadamente.

El método normal de medición del color es el de Platino Cobalto y la unidad es el color producido por 1 mg/Litro de platino en la forma de ion Cloro platinato. En aguas altamente coloridas solo se diluirá lo necesario, porque el color de la muestra diluida no es proporcional a la dilución.

Para la medición de color, en laboratorio utilizamos un comparador de color con disco estándar de 0 a 100 uC, existe en el mercado kits compradores de color de hasta 1000 uC, dependiendo el uso y las necesidades del laboratorio, así también existen equipos colorimétricos de uno o multiparámetros que vienen programados para la medición del color.

Aplicación.

Tiene un gran número de aplicaciones prácticas como las siguientes:

- Adecuación estética, ya que las sustancias colorantes naturales dan a las aguas una coloración marrón amarillento y por consiguiente originan el rechazo del consumidor.
- Se dice que el color imparte sabor, puede deberse a desechos orgánicos, industriales o domésticos, sean tóxicos, dañinos o inocuos.
- Por su naturaleza orgánica aumenta la demanda de Cloro.
- Puede actuar como fuente de alimentación a bacterias y algas.
- Por su naturaleza coloidal ensucian las resinas impidiendo el intercambio efectivo

2.5.5. Medición de la alcalinidad.

La alcalinidad en el agua es la medida de la capacidad de neutralizar ácidos. La alcalinidad en aguas naturales se debe principalmente a las sales de ácidos débiles, aunque bases débiles o fuertes también pueden contribuir. Los bicarbonatos forman la mayor parte de alcalinidad, desde que ellos son formados en considerables cantidades por acción del dióxido de carbono sobre los materiales básicos del suelo. (INDECI, 1999)

Aunque muchos materiales pueden contribuir a la alcalinidad del agua la mayor proporción es causado por tres clases principales de compuestos, los cuales pueden ser clasificados en Hidróxidos, Carbonatos y Bicarbonatos. En conclusión, la alcalinidad en las aguas es debida, principalmente, a sales de ácidos débiles y bases fuertes y estas sustancias actúan como tampón para resistir la caída del pH, resultante de la adición de ácidos.

La alcalinidad del agua tiene poca importancia sanitaria, las alcalinidades altas en aguas generan por lo general mal sabor y son rechazadas por el usuario.

El LMP, según el DS 031-2010SA, está en el rango de no menor de 25 y no mayor de 120 mg/L como Carbonato de Calcio. (SUNASS, 2013)

Medición.

La Alcalina total se determina por titulación, utilizando la metodología aceptada por SUNASS y las Normas Peruanas de Calidad de Agua. Se inicia preparando los equipos, materiales y reactivos a utilizar, estos son:

Equipos y materiales:

- Agitador magnético con sus respectivas varillas de agitación.
- Bureta de 50 mL, en nuestro caso. se trabaja con una bureta automática de 50 mL.
- Pipeta de 1 mL.
- Probeta de 25 mL.
- Frascos goteros para los indicadores.

Reactivos:

- **Indicador de Fenolftaleína:** Pese 5 grs de Fenolftaleína y diluya en 500 ml de Alcohol Etílico o Isopropílico al 95%, luego llevar a un Litro con agua destilada.
- **Indicador de Anaranjado de Metilo:** Pese 0.5 grs de anaranjado de Metilo y diluya a un Litro con agua destilada.
- **Titulador Ácido Sulfúrico 0.02 N:** Diluya 1 ml (1.032ml) de ácido Sulfúrico concentrado (95 a 97 %) y lleve a un Litro con agua destilada, conserve en lugar seco. Puede prepararse también por disolución de una solución primaria a 0.1 N de Ácido Sulfúrico, en cuyo caso se tomará 200 ml y se diluirá a un Litro.
- **Solución de Tiosulfato de Sodio 0.1 N:** Pese 25 grs de Tiosulfato de Sodio en un Litro de agua destilada recién hervida y enfriada a la temperatura ambiente.

Procedimiento:

Tome una muestra de agua a analizar de 25 ml, si la muestra contiene Cloro agregar unas gotas de tiosulfato de Sodio, instale el matraz con la muestra en el agitador magnético y agregue la varilla de agitación, encienda el equipo a 300 rpm y active la agitación de doble giro (solo en caso el equipo cuente con esta opción), agite y agregue 2 gotas del indicador de fenolftaleína, y titule sobre la superficie blanca hasta la aparición de un tono ligeramente rosa, luego agregue dos gotas del indicador de Anaranjado de Metilo, continúe con la titulación hasta la aparición de un color naranja oscuro.

Calculo:

$$\text{Alcalinidad Fenolftaleína en mg/L de CaCO}_3 = \frac{(\text{ml H}_2\text{SO}_4 \text{ gastado } 0.02 \text{ N} \times 1000)}{\text{ml de Muestra}}$$

$$\text{Alcalinidad Total en mg/L de CaCO}_3 = \frac{(\text{ml H}_2\text{SO}_4 \text{ gastado } 0.02 \text{ N} \times 1000)}{\text{ml de Muestra}}$$

Si la Alcalinidad Total se toma sobre la muestra en que se analizó la fenolftaleína se deberá tener cuidado de incluir el volumen gastado en el primer ensayo.

A nivel práctico los cálculos se resumen a:

$$\text{Alcalinidad Total en mg/L de CaCO}_3 = \text{mL H}_2\text{SO}_4 \text{ gastados} \times 40.$$

Aplicación.

Para el tratamiento de las aguas ya que esta interfiere como un tampón a pH menor a 6.5 además de formar precipitados de hidróxidos insolubles. Además, es importante para el tratamiento de ablandamiento del agua y control de corrosión.

2.5.6. Medición de la Dureza Total:

La dureza en el agua es conocida generalmente como aquellas aguas que requieren grandes cantidades de jabón para hacer espuma y también a aquellas que producen incrustaciones en las tuberías de agua caliente; las aguas duras son tan satisfactorias para el uso doméstico como las aguas blandas. A causa de su acción adversa con el jabón, su uso para propósitos de limpieza es completamente insatisfactorio. (INDECI, 1999)

En la industria la dureza del agua es importante por la formación de incrustaciones en las tuberías. La dureza del agua varía considerablemente de un lugar a otro. En general las aguas superficiales son más blandas que las aguas subterráneas. La dureza del agua refleja la naturaleza de las formaciones geológicas con la cual han estado en contacto.

El ácido Etilendiamino tetraacético y sus Sales de Sodio (EDTA) forman un complejo estable e incoloro con los iones de tierras alcalinas. Si se agrega una pequeña cantidad del indicador negro cromo T a una solución acuosa que contenga iones de Calcio y Magnesio a un valor de pH de 10.00 ± 0.1 la solución virará a un color rojo vino, si a continuación se añade EDTA como titulador, se formarán complejos de Calcio y Magnesio y una vez agotados todos los iones, la solución virará de color rojo vino a azul en el punto final de la titulación.

El LMP, según el DS 031-2010SA, es del rango de no menor de 100 y no mayor de 500 mg/L como Carbonato de Calcio. (SUNASS, 2013)

Medición.

La Dureza total se determina por titulación, utilizando la metodología aceptada por SUNASS y las Normas Peruanas de Calidad de Agua. Se inicia preparando los equipos, materiales y reactivos a utilizar, estos son:

Equipos y materiales:

- Agitador magnético con sus respectivas varillas de agitación.
- Bureta de 50 mL, en el caso de EMAPACOP S.A se trabaja con una bureta automática de 50 mL.
- Pipeta de 1 mL.
- Probeta de 25 mL.
- Cuchara dosificadora de 0.2 gr,

Reactivos:

- **Indicador:** Mezcle íntimamente 0.5 gr del colorante Negro Cromo T con 100 gr de ClNa. Previamente secado y pulverizado. La humedad deteriora este indicador por lo cual debe conservarse en un lugar seco.
- **Titulador EDTA 0.01 M:** Diluya 3.723 gr de Etilendiamino Tetraacético Di sódico Diácido y lleve a un Litro con agua destilada, conserve en lugar seco.
- **Solución amortiguadora para dureza:** Se pesa 16.9 gr de Cloruro de Amonio (NH_4Cl) y diluya en 143 mL de Hidróxido de Amonio (NH_4OH). Pese 0.25 gr de Cloruro de Magnesio ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) o Sulfato de Magnesio ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) y diluya a 100 ml en agua destilada, tomamos 52 ml de esta solución de Magnesio y añadimos dos gotas de la primera solución y 0.2 gr del indicador Negro Cromo T y titule con la solución EDTA, a los 50 mL de solución de magnesio restante agregue la solución de amonio y la misma cantidad de solución EDTA utilizada en la titulación, la solución preparada se debe almacenar en un frasco plástico de cerrado hermético para evitar que el NH_3 se pierda, o el CO_2 se diluya.

Procedimiento:

Tome una muestra de agua a analizar de 25 ml, añada 1 ml de solución amortiguadora, la duración de la muestra no debe exceder los cinco minutos a partir de la adición de la solución; agregue 0.2 gr del indicador negro cromo T, instale el matraz con la muestra en el agitador magnético y agregue la varilla de agitación, encienda el equipo a 300 rpm y active la agitación de doble giro (solo en caso el equipo cuente con esta opción), proceda a la titulación con la solución de EDTA hasta que desaparezca el ultimo tinte rojizo agregando las ultimas gotas a intervalos de 5 segundos.

Calculo:

$$\begin{aligned} \text{Dureza EDTA en mg/L de CaCO}_3 &= \frac{(\text{mL de EDTA gastado} \times \text{Factor} \times 1000 \text{ mL})}{\text{ml de Muestra} \times 1\text{L}} \\ \text{Factor} &= \frac{\text{mg de CaCO}_3}{\text{ml del titulador EDTA}} \end{aligned}$$

A nivel práctico los cálculos se resumen a:

$$\text{Dureza EDTA en mg/L de CaCO}_3 = \text{ml de EDTA gastados} \times 40.$$

Aplicación.

La dureza en el agua es una consideración importante en la debida determinación de las aguas, ya sea para uso industrial o doméstico. Las cantidades relativas de dureza de Calcio y Magnesio y dureza Carbonata y Bicarbonatada presentes en el agua, es un factor determinativo en el tipo más económico de procesos de ablandamiento a usarse y también de las consideraciones importantes de diseño.

La determinación de la Dureza sirve básicamente como control de rutina en los procesos de ablandamiento y de aguas blancas para calderas de manera de prevenir la incrustación.

2.5.7. Medición del calcio total:

El calcio es disuelto prácticamente de todas las rocas, pero usualmente se le encuentra en grandes cantidades en las aguas de lavado de los depósitos de caliza esto en áreas costeras. Las aguas que discurren a través de arenas silicosas o graníticas contienen menos de 10 mg de Calcio por litro. (American Public Health Association, APHA, 2017)

El agua imparte al agua propiedades de dureza y cuando está presente con alcalinidad o sulfatos puede causar incrustación. Una pequeña cantidad de carbonato de Calcio es deseable en el agua para uso doméstico porque protege resistiendo a la tubería.

El LMP, según el DS 031-2010SA. Es de no mayor de 150 mg/L como Carbonato de Calcio. (SUNASS, 2013)

Medición.

El calcio total se determina por titulación, utilizando la metodología aceptada por SUNASS y la normativa peruana de calidad de agua. Se inicia preparando los equipos, materiales y reactivos a utilizar, estos son:

Equipos y materiales:

- Agitador magnético con sus respectivas varillas de agitación.
- Bureta de 50 mL, en el caso de EMAPACOP S.A se trabaja con una bureta automática de 50 mL.
- Pipeta de 1 mL.
- Probeta de 50 mL.
- Cuchara dosificadora de 0.2 gr,

Reactivos:

- **Indicador:** Mezcle íntimamente 0.2 gr del colorante Purpurado de Amonio (Murexida) con 100 gr de ClNa. Previamente secado y pulverizado. Al utilizar este indicador, es necesario verificar la titulación inmediatamente después de haber agregado el indicador ya que es inestable a condiciones alcalinas.
- **Titulador EDTA 0.01 M:** Diluya 3.723 gr de Etilendiamino Tetraacético Di sódico Diácido y lleve a un Litro con agua destilada, conserve en lugar seco.
- **Solución de hidróxido de sodio 1 N:** Se pesa 40 grs de Hidróxido de Sodio (NaOH) en lentejas y se diluye a un Litro con agua destilada.

Procedimiento:

Tome una muestra de agua a analizar de 50 ml, añada 1 ml de solución de Hidróxido de Sodio 1 N, agregue 0.2 gr del indicador murexida, instale el matraz con la muestra en el agitador magnético y agregue la varilla de agitación, encienda el equipo a 300 rpm y active la agitación de doble giro (solo en caso el equipo cuente con esta opción), proceda a la titulación con la solución de EDTA hasta alcanzar el vire debido, este será de un color lila encendido.

Calculo:

$$\text{Calcio en mg/L de CaCO}_3 = \frac{(\text{mL de EDTA gastado} \times \text{Factor} \times 1000 \text{ mL})}{\text{ml de Muestra} \times 1\text{L}}$$

$$\text{Factor} = \frac{\text{mg de CaCO}_3}{\text{ml del titulador EDTA}}$$

A nivel práctico los cálculos se resumen a:

$$\text{Dureza EDTA en mg/L de CaCO}_3 = \text{ml de EDTA gastados} \times 20.$$

2.5.8. Medición del Cloro residual libre:

El cloro en agua se hidroliza rápidamente dando ácido hipocloroso y ácido clorhídrico. Comúnmente se conoce como cloro libre a aquel que se encuentra frecuente el OCl^- y HOCl , y Cloro Combinado, formado por las cloraminas y otros derivados del Cloro; en un agua ambos tipos de Cloro suelen encontrarse presentes.

El N, N – dietil – p – fenilendiamina (DPD), es un reactivo superior a la ortotolidina neutra. El color que produce es más estable, no requiere más reactivos y en solución neutra se obtiene respuestas precisas con la dicloramina, es un compuesto que se adquiere en forma de sal, debe ser conservado en un lugar seco ya que se hidroliza y descompone fácilmente, su manipulación debe realizarse con mucho cuidado evitando el contacto ya que es moderadamente toxico, para muestras de 10 mL se agregará 0.3 grs de sal de DPD (las presentaciones existentes en el mercado nacional e internacional expenden este producto en sachet tarados para muestras de 5 y 10 mL).

El Límite Máximo Permisible de Cloro residual libre es de no menor de 0.50 y no mayor de 2.00 mg por Litro o Partes por Millón. Es preciso mencionar que el límite máximo de concentración de cloro residual Libre no está fijado por la SUNASS o las Normas Peruanas, pero si se excede esta concentración el consumidor empezará a notar el sabor al Cloro (sabor a lejía) y provocará el rechazo. (SUNASS, 2013)

Medición.

El cloro residual libre se determina utilizando la metodología aceptada por SUNASS y las Normas Peruanas de Calidad de Agua (D.P.D.). Se inicia preparando los equipos, materiales y reactivos a utilizar, estos son:

Equipos y Materiales:

- Colorímetro digital para cloro por DPD, espectrofotómetro, o en su reemplazo un colorímetro manual (por placas coloreadas, se determina mediante comparación, no es muy aceptado por que está sujeto a la idiosincrasia del analista)
- Celda de cristal para análisis de 10 mL o en caso de comparador visual dos tubos de ensayo de 25 mL.

Reactivos:

- **Indicador:** Sal de N, N – Dietil – p - Fenilendiamina.

Procedimiento:

Tome una muestra de agua a analizar de 10 ml en una celda de cristal, coloque la celda en el equipo colorimétrico o espectrofotométrico y realizar la lectura y realice la puesta a cero, retire la celda y añada 0.3 grs de Sal de N, N – dietil – p – fenilendiamina (en el caso de EMAPACOP S.A., se trabaja con sachet tarados para muestras de 10 ml), agite y vuelva a colocar la celda limpia y seca en el equipo. En el caso de usar un colorímetro de Cloro no es necesario realizar ninguna programación; de usarse un equipo espectrofotométrico deberá ajustarse a una longitud de onda de 515 a 530 nm, siendo el más utilizado de 530 nm.

De no contar con un equipo colorimétrico deberá realizarse la lectura con comparadores visuales, en cuyo caso se tomarán dos muestras de 10 mL en tubos de ensayo, una será el blanco, a la segunda se agregará el DPD agitando vigorosamente, colocar los tubos de ensayo en el soporte de comparación, el tubo con agua sin reactivo se colocará delante del disco de color, colocar este a tras luz y girar el disco de color hasta que el color en ambos tubos sea semejante.

La lectura se expresará en mg por Litro o en Partes por Millón de Cloro libre residual.

Aplicación.

La cloración (desinfección) es usada en el tratamiento de abastecimientos de agua agregando pequeñas cantidades de Cloro. La desinfección es un proceso por el cual se eliminan los organismos y esto ordinariamente no produce agua estéril.

Dos factores son extremadamente importantes en la desinfección: tiempo de contacto y concentración del agente desinfectante, a bajas concentraciones se requerirá mayor tiempo de contacto y a altas concentraciones será suficiente periodos cortos de contacto para lograr los mismos resultados.

2.5.9. Medición de Cloruros

Los cloruros se encuentran presentes en todas las aguas naturales y en concentraciones variables. El contenido de cloruros normalmente incrementa el contenido mineral de las aguas. (INDECI, 1988)

Las aguas de la zona de selva tienen bajo contenido de cloruros, más las aguas de la costa y más aún las aguas subterráneas cercanas al mar tienen altos contenidos de cloruros.

El LMP, según el DS 031-2010SA, es de no mayor a 400 mg/L. (SUNASS, 2013)

Medición.

El contenido de Cloruros se determina utilizando la metodología aceptada por SUNASS y las normativas peruanas de calidad de agua. Se inicia preparando los equipos, materiales y reactivos a utilizar, estos son:

Equipos y Materiales:

- Agitador magnético con sus respectivas varillas de agitación.
- Bureta de 50 mL, en el caso de EMAPACOP S.A se trabaja con una bureta automática de 50 mL.
- Pipeta de 1 mL.
- Probeta de 100 mL.
- Matraz Erlenmeyer de 250 mL.

Reactivos:

- **Indicador de cromato de potasio:** Pese 50 grs de Dicromato de Potasio (K_2CrO_4) y diluya en un poco de agua destilada, agregue solución de Nitrato de Plata hasta la formación de un precipitado rojo. Deje reposar por toda la noche, filtre y el filtrado diluya a un Litro con agua bidestilada.
- **Solución de nitrato de plata 0.0141 N:** Pese 2.396 grs de Nitrato de Plata (NO_3Ag) y diluya a un Litro con agua destilada.

Procedimiento:

Tome una muestra de agua a analizar de 100 ml en un matraz Erlenmeyer de 250 mL y agregue 1 mL del indicador de cromato de potasio y titule con la solución de nitrato de plata hasta un vire amarillo rojizo (ocre).

Paralelo al ensayo con la muestra se realizará el mismo procedimiento con agua destilada, un gasto de 0.2 a 0.3 mL es lo usual.

Calculo:

$$\text{mg/L de Cl} = \frac{(\text{NO}_3\text{Ag gastado en muestra} - \text{NO}_3\text{Ag gastado en Blanco}) \times 500}{\text{ml de Muestra}}$$

A nivel práctico los cálculos se resumen a:

$$\text{mg/L de Cl} = (\text{NO}_3\text{Ag gastado en muestra} - \text{NO}_3\text{Ag gastado en Blanco}) \times 5$$

Aplicación.

En muchas partes del mundo existen aguas con mucho más de 2,000 mg/L de cloruros, sin haber presentado efectos adversos a la salud. Antes del desarrollo de la bacteriología, pruebas químicas como las de cloruros y nitrógeno eran aplicadas para determinar la probable contaminación de las aguas subterráneas por aguas servidas.

2.5.10. Medición de hierro

Hierro y manganeso crean varios problemas a los abastecimientos públicos de agua. El problema es crítico en aguas subterráneas, pero en algunas épocas del año se encuentran dificultades con las aguas que drenan algunos ríos y estanques de aguas superficiales. Algunas aguas subterráneas son relativamente pobres en hierro y manganeso, mientras que otras contienen tal cantidad que siempre tienen algo de enigmático que desafía explicaciones cuando se ve desde el punto de vista de la química inorgánica. (INACAL, 2000)

El Hierro existe en el suelo y minerales, principalmente como óxido férrico insoluble. También puede encontrarse en algunas áreas como carbonato ferroso (Siderita) el cual es ligeramente soluble

Evidencias indican que el hierro y el manganeso ingresan a las aguas a través de cambios producidos en las condiciones del medio ambiente, como resultado de las reacciones biológicas.

El LMP, según el DS 031-2010SA, es de no mayor a 0.30 mg/l. (SUNASS, 2013)

Medición.

El contenido de Hierro se determina utilizando el método de la Fenantrolína aceptada por SUNASS y las normativas peruanas de Calidad de Agua, vale mencionar que existen diversos kits de análisis rápidos aceptados, pero sus resultados están basados en aproximaciones. Se inicia preparando los equipos, materiales y reactivos a utilizar, estos son:

Equipos y materiales:

- Espectrofotómetro, a usarse en un rango de 510 mμ UV.
- Tubos Nessler de 50 mL.
- Pipeta volumétrica de 50 mL.
- Pipetas Mohr o sexológicas de 5 mL.
- Vaso de precipitado de 100 mL.
- Probeta de 100 mL.
- Perlas de vidrio.
- Plancha eléctrica o Termostato (digestor).

Reactivos:

- **Ácido clorhídrico concentrado (fumante)**

- **Reactivo de hidroxilamina:** Diluya 10 grs de Hidroxilamina ($\text{NH}_2\text{OH} - \text{HCl}$) a 100 mL con agua bi destilada.
- **Solución amortiguadora de acetato de amonio;** Pese 250 grs de acetato de amonio ($\text{NH}_4\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$) y diluya a 150 mL de agua bi destilada. Añada 700 mL de ácido Acético Glacial y complete a un Litro.
- **Solución de Fenantrolína:** Pese 0.1 gr de Fenantrolína y diluya a 100 mL de agua bi destilada a la que se le ha añadido dos gotas de ácido Clorhídrico concentrado

Procedimiento:

Tome una muestra de agua a analizar de 50.00 ml en un vaso de precipitado de 100 mL y agregue 2 mL de ácido Clorhídrico concentrado y un mL del reactivo de hidroxilamina, agregue unas perlas de vidrio y ponga a hervir por 20 minutos (se evaporará agua y quedara aproximadamente 15 mL).

Enfriar la muestra a temperatura ambiente, añada 10 mL de la solución amortiguadora de Acetato y 2 mL de la solución de Fenantrolína, vacíe la muestra a tubos Nessler de 50 mL y complete hasta el aforo con agua bi destilada y deje reposar por 20 minutos para el desarrollo completo del color.

Para la medición se preparará a la par con la muestra, un “cero” en agua bi destilada siguiendo todo el proceso antes indicado, este será nuestra muestra patrón en la lectura con el espectrofotómetro. La mayoría de espectrofotómetros cuentan con programas de trabajo en los que ya viene programado el análisis de Hierro, en todo caso se puede programar la lectura a 510 nano Metros (510 mμ UV), se instala la celda con el patrón y se coloca la maquina a cero, posteriormente se coloca la celda con la muestra a analizar y se realiza la lectura.

Aplicación.

Hasta donde se conoce, las aguas con contenido de hierro no producen efectos sobre el ser humano. Las aguas con alto contenido de hierro y manganeso al ser expuestas al aire producirán una oxidación, misma que formara una coloración amarillenta rojiza la que provocara el rechazo del consumidor. En caso de que exceda el LMP deberá realizarse un proceso de tratamiento para reducirlo a una concentración permitida.

El análisis de Hierro en redes de distribución de este material es un indicador para determinar la corrosión del sistema, además formara aguas rojas y sabores no agradables que provocaran el rechazo del usuario.

2.5.11. Medición de manganeso

Aunque el manganeso se encuentra en las aguas subterráneas en la forma iónica divalente soluble, debido a la ausencia de oxígeno, parte o todo el manganeso de una instalación de tratamiento de agua puede aparecer en un estado de valencia superior. La determinación del manganeso total no diferencia entre los diversos estados de valencia. El ion permanganato heptavalente se emplea para oxidar el manganeso y/o la materia orgánica causante del sabor. Debe detectarse con gran sensibilidad el exceso de permanganato, el manganeso trivalente en forma de complejo, o una suspensión de manganeso tetravalente, para el tratamiento de control y para evitar su descarga a un sistema de distribución. Existe la evidencia de que el manganeso se encuentra en las aguas superficiales tanto en suspensión en su forma tetravalente, como en la forma trivalente en un complejo soluble relativamente estable. (INDECI, 2002)

El LMP, según el DS 031-2010SA, es de no mayor a 0.20 mg/l. (SUNASS, 2013)

Medición.

La oxidación con persulfato de los compuestos manganosos solubles para formar permanganato se realiza en presencia de nitrato de plata. El color resultante es estable durante 24 horas al menos, si existe un exceso de persulfato y si no hay materia orgánica. Las muestras que han sido expuestas al aire pueden dar resultados bajos debido a la precipitación de dióxido de manganeso (MnO_2). Añádase a la muestra una gota de peróxido de hidrogeno (H_2O_2) al 30 por 100, después de añadir el reactivo especial, para re disolver el manganeso precipitado.

Equipos y materiales:

- Espectrofotómetro, para utilizarlo a 525 nm, que proporciona un trayecto luminoso de 1 cm o más largo.
- Fotómetro de filtro, que proporciona un trayecto luminoso de 1 cm o más largo y equipado con un filtro verde que tiene un máximo de transmitancia próximo a 525 nm.
- Tubos Nessler, emparejados, 100 ml, forma alargada.

Reactivos:

- **Reactivo especial:** Disuélvanse 75 g de H_2SO_4 en 400 ml de HNO_3 concentrado, y 200 ml de agua destilada. Añádanse 200 ml de ácido fosfórico (H_3PO_4) al 85 por 100 y 35 mg de nitrato de plata (AgNO_3). Dilúyase la solución enfriada hasta 1 l.
- **Persulfato amónico:** $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, solido.
- **Peróxido de hidrogeno:** H_2O_2 , 30 por 100.
- **Ácido nítrico:** HNO_3 conc.
- **Ácido sulfúrico:** H_2SO_4 conc.
- **Solución de nitrito sódico:** Disuélvanse 5,0 g de NaNO_2 en 95 ml de agua destilada.

Procedimiento:

Añádanse 5 ml de reactivo especial y una gota de H_2O_2 a una porción adecuada de la muestra. Concéntrese hasta 90 ml por ebullición o dilúyase hasta 90 ml. Añádase 1 g de $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, llévese a ebullición y déjese hervir durante 1 minuto. No calentar en baño maría. Sepárese de la fuente de calor, déjese reposar 1 minuto y enfríese al grifo (una ebullición demasiado prolongada da lugar a la descomposición del exceso de persulfato y, por consiguiente, a la pérdida de color del permanganato; un enfriamiento demasiado lento tiene el mismo efecto). Dilúyase hasta 100 ml con agua destilada libre de sustancias reductoras y mézclese.

Cuando se realizan medidas fotométricas, utilícese el siguiente método de decoloración, que también corrige el color que interfiere. En cuanto se ha hecho la lectura en el fotómetro, añádanse 0,05 ml de solución de H_2O_2 directamente a la muestra en la célula óptica. Mézclese y, tan pronto como el color de permanganato ha desaparecido por completo y no quedan burbujas, léase de nuevo. Dedúzcase la absorbancia de la solución decolorada de la absorbancia inicial para obtener la absorbancia debida al Mn.

Calculo:

$$\text{mg/L de Mn} = \frac{\mu\text{g Mn}/100 \text{ ml}}{\text{ml de Muestra}} \times \frac{100}{\text{ml de la porción}}$$

Aplicación:

Existe la evidencia de que el manganeso se encuentra en las aguas superficiales tanto en suspensión en su forma tetravalente, como en la forma trivalente en un complejo soluble relativamente estable. Aunque raramente sobrepasa 1 mg/l, el manganeso produce manchas tenaces en la ropa lavada y en accesorios de instalaciones sanitarias. Los bajos límites de

manganeso impuestos para un agua aceptable derivan de lo anterior más que de consideraciones toxicológicas. (Díaz de Santos, 1989)

2.5.12. Medición de sulfatos

El sulfato (SO_4^{2-}) se distribuye ampliamente en la naturaleza y puede presentarse en aguas naturales en concentraciones que van desde unos pocos a varios miles de miligramos por litro. Los residuos del drenado de minas pueden aportar grandes cantidades de SO_4^{2-} debido a la oxidación de la pirita. Los sulfatos de sodio y magnesio ejercen una acción catalítica. (INDECI, 2000)

Medición:

El ion sulfato (SO_4^{2-}) precipita en un medio de ácido acético con cloruro de bario (BaCl_2) de modo que forma cristales de sulfato de bario (BaSO_4) de tamaño uniforme. Se mide la absorbancia luminosa de la suspensión de BaSO_4 con un fotómetro y se determina la concentración de SO_4^{2-} por comparación de la lectura con una curva patrón.

Equipos y materiales:

- **Agitador magnético.**
- **Espectrofotómetro**, para uso a 420 nm, con un recorrido de luz de 2,5 a 10 cm.
- **Nefelómetro.**
- **Cuchara de medida**, con capacidad de 0,2 a 0,3 ml.

Reactivos:

- **Solución tampón:** Disuélvanse 30 g de cloruro de magnesio, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; 5 g de acetato de sodio, $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; 1,0 g de nitrato potásico, KNO_3 , y 20 ml de

ácido acético, CH_3COOH (99 por 100), en 500 ml de agua destilada y complétese a 1.000 ml.

- **Cloruro de bario:** Cristales de BaCl_2 .

Procedimiento:

Formación de turbidez con sulfato de bario: Médanse 100 ml de muestra o una porción adecuada llevada a 100 ml, en un Erlenmeyer de 250 ml. Añádanse 20 ml de solución tampón y mézclese en un agitador. mientras se agita, añádase una cucharada de cristales de BaCl_2 , empezando el recuento de tiempo inmediatamente. Agítese durante 60 ± 2 segundos a velocidad constante.

Medida de la turbidez del sulfato de bario: Tras finalizar el período de agitación, viértase la solución en la cubeta del fotómetro y médase la turbidez a los $5 \pm 0,5$ minutos.

Calculo:

$$\text{mg/L de SO}_4^{2-} = \frac{\text{mg SO}_4^{2-} \times 1,000}{\text{ml de Muestra}}$$

Aplicación:

Los sulfatos están presentes en forma natural en el agua, su efecto sobre el organismo es más a la reacción de los sulfatos con otros iones propios del agua como el calcio y el magnesio que causan malestares gástricos.

2.5.13. Medición de aluminio

El aluminio ocupa el tercer lugar en orden de abundancia entre los elementos de la corteza terrestre, formando parte de minerales, rocas y arcillas. Esta amplia distribución es la

causa de la presencia del aluminio en casi todas las aguas naturales como sal soluble, coloide o compuesto insoluble. El aluminio soluble, coloidal e insoluble puede encontrarse también en aguas tratadas o en aguas residuales como residuo de la coagulación con material que contiene aluminio. El agua filtrada en una moderna instalación. (INDECI, 2003)

Medición:

Las soluciones diluidas de aluminio tamponadas a pH 6,0 producen con la tinción de eriocromo cianina R un complejo de color rojo a rosado que presenta un máximo de absorción a 535 nm. La intensidad del color desarrollado depende de la concentración del aluminio, el tiempo de reacción, la temperatura, pH, alcalinidad y concentración de otros iones en la muestra. Para compensar el color y la turbidez, se forma un complejo del aluminio de una porción de la muestra con EDTA para obtener un blanco.

Equipos y materiales:

- **Espectrofotómetro**, para ser utilizado a 535 nm, con un trayecto luminoso de 1 cm o más largo.
- **Material de vidrio**: Trátase todo el material de vidrio con HCl 1 + 1 caliente y enjuáguese con agua destilada.

Reactivos:

- **Ácido sulfúrico**, H₂SO₄, 0,02N y 6N.
- **Solución de ácido ascórbico**: Disuélvase 0,1 g de ácido ascórbico en agua y llévase hasta un volumen de 100 ml en un matraz volumétrico. Prepárese reciente todos los días.

- **Reactivo tampón:** Disuélvanse 136 g de acetato de sodio, $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, en agua, añádanse 40 ml de ácido acético 1N y dilúyase hasta 1 l.
- **Eriocromo cianina R†:** Disuélvanse 300 mg en aproximadamente 50 ml de agua. Ajústese el pH desde aproximadamente 9 a aproximadamente 2,9 con ácido acético 1 + 1 (se necesitarán aproximadamente 3 ml). Dilúyase con agua hasta 100 ml.
- **Solución de tinción de trabajo:** Dilúyanse 10,0 ml de solución de tinción de reserva seleccionada hasta 100 ml en un matraz volumétrico utilizando agua. Las soluciones de trabajo son estables al menos durante 6 meses.
- **EDTA (sal sódica del di hidrato del ácido etilendiaminotetraacético), 0,01M:** Disuélvanse 3,7 g en agua y dilúyase hasta 1 l.
- **Hidróxido sódico:** NaOH, 1N y 0,1 N.

Procedimiento:

Añádase a cada patrón 1 ml de H_2SO_4 0,02N y mézclese. Añádase 1 ml de solución de ácido ascórbico y mézclese. Añádase 10 ml de solución tampón y mézclese. Añádase 5,00 ml de reactivo de tinción de trabajo con una pipeta volumétrica y mézclese. Inmediatamente, llévase hasta 50 ml con agua destilada. Mézclese y déjese reposar durante 5 a 10 minutos. El color empieza a desvanecerse después de 15 minutos.

Léase la transmitancia o absorbancia en un espectrofotómetro, empleando una longitud de onda de 535 nm o un filtro verde que de una transmitancia máxima entre 525 y 535 nm. Ajústese el instrumento a absorbancia cero con el patrón libre de aluminio.

Aplicación:

Por su abundancia en el medio ambiente, el ser humano se encuentra expuesto en forma natural a este elemento, no existen pruebas de alguna conducta negativa en el organismo, pero

es utilizado como un indicador del exceso de monómeros o polímeros en base a alúminas utilizados en la clarificación del agua.

2.5.14. Medición de nitratos

La determinación de nitrato (NO_3^-) es difícil debido a los procedimientos relativamente complejos que se precisan, la elevada probabilidad de que se hallen sustancias interferentes y los rangos limitados de concentración de las diferentes técnicas.

Una técnica con luz ultravioleta (UV) que mide la absorbancia de NO_3^- a 220 nm es adecuada para el estudio de aguas no contaminadas (con bajo contenido en materias orgánicas). (INDECI, 2000).

Medición:

Utilícese esta técnica solamente para seleccionar muestras con bajo contenido en materia orgánica, es decir, aguas naturales incontaminadas y suministros de agua potable. La curva de calibrado de NO_3^- verifica la ley de Beer hasta los 11 mg N/l. La medida de la absorción UV a 220 nm hace posible la determinación rápida de NO_3^- .

Equipos y materiales:

- **Espectrofotómetro**, para uso a 220 nm y 275 nm con cubetas de sílice iguales, de 1 cm de recorrido de luz o más.
- **Vidriería de boro silicato**

Reactivos:

- **Solución de ácido clorhídrico**, HCl 1N.

Procedimiento:

Tome 50 ml de muestra transparente, filtrada si fuera preciso, añádase 1 ml de solución de HCl y mézclese bien. Léase la absorbancia o transmitancia frente a agua bidestilada, ajustada a absorbancia cero o transmitancia 100 por 100. Utilícese la longitud de onda 220 nm para obtener la lectura.

Aplicación:

Los nitratos son indicadores de contaminación con materia orgánica, generalmente por efecto de la lixiviación de sustancias orgánicas en descomposición de la superficie a las capas freáticas. Se utiliza como indicador de contaminación orgánica.

2.5.15. Medición de nitritos

Los nitritos, se encuentran en la naturaleza como parte de la descomposición de las cadenas proteicas, es por esta razón que su presencia en el agua es un indicador de contaminación. (Díaz de Santos, 1989).

Medición:

El nitrito (NO_2^-) se determina por la formación de un colorante aso púrpura rojizo, producido a pH 2,0 a 2,5 por acoplamiento de sulfanilamida diazotizada con di clorhidrato de N-(1-naftil)-etilendiamina (di clorhidrato de NED). El rango de aplicación del método para medidas espectrofotométricas es de 10 a 1.000 μg de $\text{NO}_2\text{-N/l}$, y se puede aplicar al de 5 a 50 μg de N/l si se usan un recorrido de luz de 5 cm y filtro de color verde. El sistema de color obedece a la ley de Beer hasta 180 μg N/l con 1 cm de recorrido de luz a 543 nm. Diluyendo las muestras se pueden determinar concentraciones más altas de NO_2^- .

Equipos y materiales:

- **Espectrofotómetro**, para uso a 543 nm, con 1 cm o más de recorrido de luz.
- **Vidriería de boro silicato.**

Reactivos:

- **Reactivo colorante:** Añádanse a 800 ml de agua 100 ml de ácido fosfórico 85 por 100 y 10 g de sulfanilamida. Tras disolver completamente la sulfanilamida, añádase 1 g de diclorhidrato de N-(1- naftil)-etilendiamina. Mézclese para disolver y dilúyase con agua hasta 1 l. La solución es estable durante cerca de un mes cuando se conserva en frigorífico en un frasco oscuro.
- **Oxalato de sodio, 0,025M (0,05N):** Disuélvanse 3,350 g de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, calidad estándar primario, en agua y dilúyase a 1.000 ml.

Procedimiento:

Añádanse 2 ml de reactivo de color a 50,0 ml de muestra a una porción diluida a 50,0 ml y mézclese. Mídase la absorbancia a 543 nm, entre 10 minutos y 2 horas después de añadir el reactivo de color a las muestras y patrones. Utilícense, como guía, los siguientes recorridos de luz para las concentraciones indicadas de $2\text{NO}^-/\text{N}$.

Aplicación:

Al igual que los nitratos, los nitritos son indicadores de contaminación por degradación de la materia orgánica.

III. Aportes más destacables a la empresa

Dentro de los principales voy a destacar los conocimientos previos en ensayos de analíticos e interpretación de resultados, me permitieron tener la experticia en preparación de soluciones analíticas (Reactivos) que redujeron los costos de la compra de soluciones ya preparadas.

Capacidad de evaluación de las aguas para consumo humano, en el caso específico de la ciudad de Pucallpa, el uso doméstico y en la fabricación de hielo, chupetes y refrescos de venta común, así mismo en las grandes plantas de bebidas gaseosas o refrescos. El uso de agua potable es indispensable como materia prima, así como para el aseo de los equipos y del personal.

Siendo el agua un alimento (por el aporte de sales minerales esenciales para la vida), el aporte en el reconocimiento de los procesos oxidativos y de degradación de componentes es esencial para los procesos de sanitización y conservación de las aguas en los macro reservorios.

Así pues, los conocimientos básicos de tratamiento de materiales y sanitización aprendidos en Ingeniería de Alimentos, me brindaron la capacidad de evaluar los distintos procesos productivos de planta, aportando ideas y conocimiento que me valieron los asensos.

IV. Conclusiones

Como conclusión principal, debo mencionar que el agua potable es importante para la industria alimentaria no solo por las exigencias legales existentes, si no, por la garantía de inocuidad que esta brinda, ya que al cumplir con los parámetros de calidad para ser declarada agua potable, quiere decir que no afecta la salud de los consumidores y es apta para el consumo directo del ser humano, así mismo en los programas de Qali Warma dirigidos por el Estado, todos los proveedores, deben acreditar que utilizan agua potable en sus plantas, mostrando la acreditación emitida por la EPSS o por un laboratorio acreditado.

El agua como compuesto, es indispensable para la vida y para casi todas las actividades desarrolladas por el hombre, la industria alimentaria no es ajena a esta realidad y ha venido utilizando el agua potable tanto en el aseo personal de sus trabajadores, como de sus equipos e instalaciones. El agua potable se encuentra presente en todo establecimiento donde se preparen o procesen alimentos, en ajuste a las ordenanzas ediles y de las entidades fiscalizadoras como DESA (Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental) y MINSA (Ministerio de Salud)

El agua utilizada como ingrediente en: Fabricación de hielo, Procesos de enfriamiento, Producción de vapor, Lavar y desinfectar frutas y verduras. Todos estos procesos, entre otros que tengan relación con el proceso de fabricación de alimentos, deben realizarse utilizando agua potable. Art. 29 del Cap. III del DS N° 007-98-SA “Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas”, así mismo, en el Art. 40 dice “Abastecimiento de agua En la fabricación de alimentos y bebidas sólo se utilizará agua que cumpla con los requisitos físico-químicos y bacteriológicos para aguas de consumo humano señalados en la norma que dicta el Ministerio de Salud (DS 031-2010SA). Las fábricas se abastecerán de agua captada directamente de la red pública o de pozo y los sistemas que utilice para el almacenamiento del agua deberán ser contruidos, mantenidos y protegidos de manera que se

evite la contaminación del agua. Los conductores de fábricas de alimentos y bebidas deberán prever sistemas que garanticen una provisión permanente y suficiente de agua en todas sus instalaciones.

Utilizar agua en un proceso sin saber si realmente es potable es un riesgo latente. En el agua existen millones de microorganismos y sustancias que, de no eliminarse o controlarse, contaminarían el producto fácilmente. En la Tabla del anexo I del DS 031-2010SA, se pueden observar los principales microorganismos encontrados en el agua, causantes de muchos brotes de enfermedades. (Aportes tomados de: <http://www.ideafoodsafetyinnovation.com/newsletters/2013/09/la-calidad-del-agua-y-su-importancia-para-la-industria-de-alimentos/>).

V. Recomendaciones

La Escuela de Ingeniería Alimentaria de la Universidad nacional Federico Villarreal, viene formando profesionales competentes, los mismos que vienen laborando o dirigiendo muchas empresas tanto en el orden de la Industria Alimentaria, como en Investigación, avance tecnológico de equipos y procesos y por qué no, en Saneamiento.

Hoy en día la demanda poblacional del Perú por agua potable es cada vez mayor, más habitantes desean contar con un suministro de agua potable, que le garantice salubridad y la cantidad necesaria del líquido elemento para cubrir sus necesidades básicas.

Muchas de las empresas que no cuentan con suministro de agua potable, se ven forzadas a tratar sus aguas para adecuarlas a sus necesidades, principalmente el consumo humano, limpieza de equipos y materia prima, así como en algunos casos para los calderos que proveerán la energía necesaria para muchos de sus procesos (escaldado, pasteurizado, auto clavado, cocido, etc.).

Orientar a las nuevas generaciones de graduados en el tratamiento y recuperación de las aguas de los distintos procesos, es muy importante en nuestra actualidad, siendo este el nuevo enfoque de la industria moderna, dado el problema del agua que hoy aqueja a la cuenca del Pacífico y a la reducción de los efluentes que deben emitir a los cuerpos hídricos – Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338.

Los nuevos graduados no solo deberán estar capacitados para operar, supervisar o mejorar una planta de productos alimentarios, sino también de adecuar los insumos que utiliza a sus necesidades productivas y mejorar la calidad de los efluentes que del proceso productivo deviene.

Como conclusión principal, debo mencionar que el agua potable es importante para la industria alimentaria no solo por las exigencias legales existentes, si no, por la garantía de

inocuidad que esta brinda, ya que al cumplir con los parámetros de calidad para ser declarada agua potable, no afecta la salud de los consumidores y es apta para el consumo directo del ser humano, así mismo en los programas de Qali Warma dirigidos por el Estado, todos los proveedores, deben acreditar que utilizan agua potable en sus plantas, mostrando la acreditación emitida por la EPSS o por un laboratorio acreditado.

El agua como compuesto, es indispensable para la vida y para casi todas las actividades desarrolladas por el hombre, la industria alimentaria no es ajena a esta realidad y ha venido utilizando el agua potable tanto en el aseo personal de sus trabajadores, como de sus equipos e instalaciones. El agua potable se encuentra presente en todo establecimiento donde se preparen o procesen alimentos, en ajuste a las ordenanzas ediles y de las entidades fiscalizadoras como DESA (Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental) y MINSA (Ministerio de Salud).

El agua utilizada como ingrediente en: Fabricación de hielo, Procesos de enfriamiento, Producción de vapor, Lavar y desinfectar frutas y verduras. Todos estos procesos, entre otros que tengan relación con el proceso de fabricación de alimentos, deben realizarse utilizando agua potable. Art. 29 del Cap. III del DS N° 007-98-SA “Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas”, así mismo, en el Art. 40 dice “Abastecimiento de agua En la fabricación de alimentos y bebidas sólo se utilizará agua que cumpla con los requisitos físico-químicos y bacteriológicos para aguas de consumo humano señalados en la norma que dicta el Ministerio de Salud (DS 031-2010SA). Las fábricas se abastecerán de agua captada directamente de la red pública o de pozo y los sistemas que utilice para el almacenamiento del agua deberán ser contruidos, mantenidos y protegidos de manera que se evite la contaminación del agua. Los conductores de fábricas de alimentos y bebidas deberán prever sistemas que garanticen una provisión permanente y suficiente de agua en todas sus instalaciones.

Utilizar agua en un proceso sin saber si realmente es potable es un riesgo latente. En el agua existen millones de microorganismos y sustancias que, de no eliminarse o controlarse, contaminarían el producto fácilmente. En la Tabla del anexo I del D.S N° 031-2010-SA, se pueden observar los principales microorganismos encontrados en el agua, causantes de muchos brotes de enfermedades. (Aportes tomados de: <http://www.ideafoodsafetyinnovation.com/newsletters/2013/09/la-calidad-del-agua-y-su-importancia-para-la-industria-de-alimentos/>).

VI. Referencias

- American Public Health Association, APHA. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washintong: American Public Health Association.
- Diaz de Santos. (1989). *Metodos normalizados para el analisis aguas potables y residuales*. (D. d. santos, Ed.) Madrid, España: Diaz de Santos.
- EMAPACOP S.A. (21 de noviembre de 2014). *EMAPACOP S.A.* Obtenido de reseña historica: <https://www.emapacopsa.com.pe/index.php/resena-historica>
- EMAPACOP S.A. (18 de Agosto de 2015). *EMAPACOP S.A.* Obtenido de MOF 2015 EMAPACOP S.A.:
file:///C:/Users/PC/Documents/Oscar/MOF_2015_EMAPACOP.pdf
- EMAPACOP S.A. (28 de Febrero de 2019). *EMAPACOP S.A.* Obtenido de organigrama: <https://www.emapacopsa.com.pe/index.php/organigrama>
- HACH. (2019). *HACH LATAM*. Obtenido de HACH by right: <https://latam.hach.com/>
- INACAL. (2000). *NTP 214.011 2000. Agua para consumo humano. Determinación de hierro. Método espectrofotométrico de la fenantrolina*. Lima, Lima, Perú: INACAL. Obtenido de <http://www.sunass.gob.pe/websunass/index.php/usuarios/centro-de-documentacion>
- INDECI. (1988). *NTP 214-021:1988. Agua de consumo humano. Determinación de cloruros. Método Argentométrico*. Lima: INDECI.
- INDECI. (1999). *NTP 214.007 1999. Agua para consumo humano. Determinación de color. Método de comparación visual*. Lima: INDECI.
- INDECI. (1999). *NTP 214.018 1999. Agua para consumo humano. Determinación de la dureza. Método volumétrico con EDTA*. Lima, Lima, Perú: INDECI. Obtenido de <http://www.sunass.gob.pe/websunass/index.php/usuarios/centro-de-documentacion>

- INDECI. (1999). *NTP 214.026 1999. Agua para consumo humano. Determinación de la alcalinidad. Método volumétrico*. Lima, Lima, Perú: INDECI. Obtenido de <http://www.sunass.gob.pe/websunass/index.php/usuarios/centro-de-documentacion>
- INDECI. (2000). *NTP 214.016 2000. Agua para consumo humano. Determinación de nitratos. Método espectrofotométrico*. Lima: INDECI. Obtenido de <http://www.sunass.gob.pe/websunass/index.php/usuarios/centro-de-documentacion>
- INDECI. (2000). *NTP 214.023 2000. Agua para consumo humano. Determinación de sulfatos. Método turbidimétrico*. Lima, Lima, Perú: INDECI.
- INDECI. (2002). *NTP 214.010:2002. Agua para consumo humano. Determinación de manganeso. Método espectrofotométrico del persulfato*. Lima: INDECI.
- INDECI. (2003). *NTP 214.034:2003. AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Determinación de aluminio*. Lima, Lima, Perú: INDECI.
- INDECOPI. (1971). *NTP 311.024:1971 : ENSAYOS PARA AGUA. Medida electrométrica del pH con electrodo de vidrio*. Lima: INDECOPI.
- INDECOPI. (1999). *NTP 214.006 1999. Agua para consumo humano. Determinación de turbiedad. Método nefelométrico*. Lima, Lima, Perú: INDECOPI. Obtenido de <http://www.sunass.gob.pe/websunass/index.php/usuarios/centro-de-documentacion>
- INDECOPI. (2001). *NNTP 214.030 2001. Agua para consumo humano. Determinación de cloro residual. Método colorimétrico*. Lima, Lima, Perú: INDECOPI. Obtenido de <http://www.sunass.gob.pe/websunass/index.php/usuarios/centro-de-documentacion>
- MINISTERIO DE SALUD. (26 de Setiembre de 2010). *Normas legales*. Obtenido de Decreto Supremo N° 031-2010-SA: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/244805-031-2010-sa>

SUNASS. (12 de Octubre de 2013). *SUNASS*. Obtenido de Portal de transparencia:

http://www.sunass.gob.pe/websunass/index.php/sunass/regulacion-tarifaria/resoluciones/doc_details/2686-resolucion-de-consejo-directivo-n-015-2012-sunass-cd

Vaquero, P. (25 de diciembre de 2014). *El agua como alimento*. Obtenido de infosalus:

<https://www.infosalus.com/nutricion/noticia-agua-alimento-vida-20141225090333.html>

WITEG. (2019). *Witeg Germany*. Obtenido de Witeg:

<https://www.witeg.de/en/products/liquid-handling/titration/digital-burette-bottle-top-burette/digital-burette/bottle-top-burette-titrex>

VII. Anexos:

7. 1.Tablas:

Tabla 1 Parámetros que afectan la calidad estética y organoléptica del agua, según la normatividad peruana.

Ítem	Parámetro	Unidad de medida	Concentración o valor
1.	Color	mg/l en escala Pt/Co	15
2.	Turbiedad	Unidades nefelométricas	
	agua superficial	de turbiedad NTU.	5
	agua subterránea		10
3.	Olor		inofensivo
4.	Sabor		inofensivo
6.	Ion hidronio (i)	valor de pH	6.5 a 8.5
7.	Conductividad	$\mu\text{S/cm}$	1500
8.	Sulfato (ii)	mg/l como SO_4	400
9.	Cloruro	mg/l Cl	400
10.	Cloro Residual Libre (Cl_2)	mg/L de Cl	No menor de 0.5
11.	Calcio (iii)	mg/l como Ca	30 - 150
12.	Magnesio	mg/l como Mg	30 - 100
13.	Sodio	mg/l como Na	200
14.	Alcalinidad (iii)	mg/l como CaCO_3	25 - 120
15.	Dureza total	mg/l como CaCO_3	100 - 500
16.	Residuo seco total	mg/l	1000 (180 °C)

17.	Oxidabilidad	mg/l como O ₂	5
18.	Aluminio (i)	μg/l como Al	200
19.	Hierro (i)	μg/l como Fe	300
20.	Manganeso (i)	μg/l como Mn	100
21.	Cobre (i)	μg/l como Cu	1000
22.	Cinc (i)	μg/l como Zn	5000

- (i) Parámetro no exceptuable
- (ii) 30 mg/l o menos si el contenido de sulfato es inferior a 400 mg/l. Para concentraciones de sulfato menor a 200 mg/l se acepta hasta 100 mg/l de magnesio.
- (iii) Valor mínimo para aguas con dureza menor a 100 mg/l como CaCO₃

(MINISTERIO DE SALUD, 2010)

Tabla 2 Parámetros que afectan la salud.

Ítem	Parámetro	Unidades de medida	Concentración máxima
1.	Arsénico	mg/l como As	0.100
2.	Cadmio	mg/l como Cd	0.005
3.	Cianuro	mg/l como CN	0.100
4.	Cromo total	mg/l como Cr	0.050
5.	Mercurio	mg/l como Hg	0.001
6.	Plomo	mg/l como Pb	0.050
7.	Selenio	mg/l como Se	0.010
8.	Fenoles	mg/l como C ₆ H ₅ OH	0.100
9.	Nitrato	mg/l como N de NO ₃	10
10.	Nitrito	mg/l como N de NO ₂	0.9
11.	Amonio	mg/l como N de NH ₄	0.4
12.	Bario	mg/l como Ba	1.0
13.	Fluoruro	mg/l como F	1.5

(MINISTERIO DE SALUD, 2010)

Tabla 3 Parámetros biológicos.

Ítem	Parámetro	Unidades de medida	Concentración máxima
1.	Coliformes totales	número/100 ml	0
2.	Coliformes termotolerantes	número/100 ml	0
3.	Conteo de colonias heterotróficas	número/ml 22 o 37 °C	500

(MINISTERIO DE SALUD, 2010)

7. 2.Lista de abreviaturas

°C	Grados Celsius.
EMAPACOP S.A.	Empresa municipal de agua potable y alcantarillado de Coronel Portillo sociedad anónima.
INACAL	Instituto nacional de calidad.
INDECOPI	Instituto de defensa de la competencia y de la protección de la propiedad intelectual.
LMP	Límite máximo permisible.
mg/l	Miligramos por litro de solución.
NTP	Norma técnica peruana
ppm	Partes por millón.
UNT	Unidad nefelométrica de turbiedad.

7. 3.Glosario

Acidez.	Es la tendencia liberar un protón o a aceptar un par de electrones de un donante. En soluciones acuosas el pH es una medida de acidez, así, una solución acida es aquella en la que la concentración de Hidrogeno excede a la del agua pura a la misma temperatura, y el pH es menor a 7.
Agua potable.	Es aquella que cumple con las características de calidad especificadas en el reglamento de calidad de aguas para consumo humano – DS 031-2010SA- siendo adecuadas para el consumo directo de la población en cualquier ciudad del Perú.
Alcalinidad.	La alcalinidad o basicidad del agua es su capacidad para neutralizar ácidos. En el agua, esta propiedad se debe principalmente a la presencia de ciertas sales de ácidos débiles, aunque también puede contribuir la presencia de bases débiles y fuertes.
Calidad del agua.	Está vinculado a las características físicas, químicas y microbiológicas, por medio de las cuales puede determinarse si el agua es apta para el uso al que desea destinarse.
Conductancia.	Es la capacidad de las sustancias de conducir corriente eléctrica.
Dureza.	Característica propia del agua que representa la cantidad de iones de Calcio en solución.

Dureza total.	Característica del agua que representa los iones de calcio y Magnesio en solución expresado en carbonato de calcio.
Potencial de Hidrogeno.	Es el logaritmo negativo de la concentración de iones Hidrogeno en una solución acuosa.
Propiedades organolépticas.	Que pueden ser detectadas por los sentidos.
Solidos totales disueltos.	Son los las sustancias orgánicas en suspensión que se pueden encontrar en el agua.
Turbiedad.	Es la medida en la cual el agua pierde su transparencia, debido a partículas en suspensión.

VIII. Apéndice

8. 1. Calidad del agua y su relación con los alimentos.

Calidad del agua y su relación con alimentos: aplicación de procesos Fenton y tipo Fenton en la eliminación de contaminantes en agua

V. Escalante-Pozos* y E. R. Bandala

Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental, Universidad de las Américas Puebla.

Ex hacienda Sta. Catarina Mártir S/N, San Andrés Cholula, Puebla. C.P. 72810. México.

RESUMEN

El agua es un producto que se encuentra ligado a los alimentos, ya sea directa o indirectamente. Resulta de gran importancia asegurar la calidad de la misma ya que la carga mundial de contaminantes es considerable. Los métodos convencionales para la desinfección de agua han demostrado poseer algunas características que pueden representar una amenaza para la salud, como la formación de bromatos debida a la ozonación y la generación de triclorometanos en la cloración. Como una alternativa al uso de métodos convencionales, se ha propuesto el uso de los procesos avanzados de oxidación (PAOs, incluyendo a los procesos Fenton y tipo Fenton) para la inactivación de microorganismos patógenos y la degradación de contaminantes orgánicos. El presente trabajo se enfoca en la calidad del agua y su relación con alimentos, así como la aplicación de los procesos Fenton y tipo Fenton en la eliminación de contaminantes en agua.

Palabras clave: procesos avanzados de oxidación, microorganismos patógenos, Fenton, eliminación de contaminantes.

ABSTRACT

Water is a product linked to food, directly or indirectly. It is of great importance to ensure its quality because the amount of worldwide waterborne pollutants is high. Conventional water disinfection methods have demonstrated some features that may represent a risk to human health. Based on those disadvantages, it has been reported the use of advanced oxidation processes (AOPs, including Fenton and Fenton like processes) for inactivation of pathogenic microorganisms and the degradation of organic contaminants. This paper focuses on water quality and its relationship with foods as well as the application of Fenton and Fenton like processes in removing pollutants in water.

Keywords: advanced oxidation processes, pathogenic microorganisms, Fenton, removing pollutants.

* Programa de Maestría
en Ciencia de Alimentos
Tel.: +52 222 229 2126
Fax: +52 222 229 2727
Dirección electrónica:
vladimir.escalante@udlap.mx

Introducción

La dependencia del agua para la alimentación ha llevado a procurar y garantizar su calidad, ya que el agua puede sufrir deterioro debido a la presencia de microorganismos patógenos o contaminantes químicos.

Según Leclerc, Schwartzbord y Cas (2002), la carga mundial de infecciones transmitidas por agua es considerable y los números reportados subestiman mucho la incidencia real de las enfermedades hidro-transmitidas. Muchas de las bacterias y virus que se pueden propagar por la vía del agua en bajos niveles y producen infecciones asintomáticas, lo que puede resultar en una situación endémica con el potencial de que ocurra una epidemia producida a partir de la propagación directa de persona a persona, por alimentos o agua.

Los métodos convencionales para la desinfección de agua incluyen la cloración y ozonación del agua como los más utilizados; sin embargo, en años recientes se ha demostrado que poseen algunas características que pueden representar una amenaza para la salud. La cloración (hipoclorito, cloruro de sodio acidificado o dióxido de cloro) es un método ampliamente utilizado que genera algunos inconvenientes en ciertas circunstancias, el más peligroso es la formación de productos secundarios tóxicos con alto potencial carcinogénico y mutagénico como los triclorometanos y cloraminas que son responsables de causar efectos nocivos severos en la salud de los consumidores, ya sea por ingesta directa o indirecta (Bandala, Castillo, González y Sanchez, 2011a; Bekink y Nozaic, 2013; Shalinee y Ademola, 2014).

La ozonación ha demostrado ser efectiva en la desinfección de agua a bajas concentraciones y tiempos de exposición cortos. El ozono es altamente reactivo y oxida a la mayoría del material orgánico con el que entra en contacto y elimina la mayoría de microorganismos patógenos. Los productos tóxicos secundarios resultantes de la desinfección son los bromatos, que han sido reportados como posibles precursores carcinógenos. Las pruebas de toxicidad realizadas en animales han demostrado inducir constantemente cáncer en ratas y ratones, por tanto, debe de ser estrictamente controlada su presencia en el agua potable (Jarvis, Parsons y Smith, 2007). Por otro lado, algunas de las desventajas importantes del ozono son el alto costo de los equipos, provoca corrosión de los equipos y requiere de personal capacitado en su operación (Castillo-Ledezma, López-Malo Vigil, y Bandala, 2010; Shalinee y Ademola, 2014).

Con base en las desventajas antes mencionadas, se ha reportado el uso de los procesos avanzados de oxidación (PAOS)

Fenton y tipo Fenton y sus mecanismos de acción para la inactivación de microorganismos patógenos y la degradación de contaminantes orgánicos en agua (Castillo-Ledezma *et al.*, 2010; Auriol-López, López-Malo Vigil y Bandala, 2011). Este tipo de procesos han demostrado ser de gran utilidad, debido a su alta efectividad y bajo costo (Corona-Vasquez, Auriol-López y Bandala, 2012).

El presente trabajo, tiene como objetivo realizar una revisión bibliográfica de la calidad del agua y su relación con alimentos, así como la aplicación de los procesos Fenton y tipo Fenton en la eliminación de contaminantes en agua.

Revisión bibliográfica

1. El agua en la industria alimentaria

El agua está involucrada en el procesamiento de alimentos y en operaciones relacionadas con los mismos. Algunos ejemplos de los procesos en los que participa son: remojo, lavado, enjuague, escaldado, calentamiento, pasteurización, enfriamiento, producción de vapor, limpieza general, saneamiento y desinfección (Casani, 2005).

La industria del agua y la de los alimentos comparten como objetivo común, suministrar productos y/o servicios de calidad a los consumidores. De forma implícita, se entiende que el producto o servicio debe de ser inocuo, ya que tanto el agua como los alimentos pueden ser vehículos para la transmisión de enfermedades y continúan siendo responsables de numerosos brotes en países desarrollados y en vías de desarrollo a lo largo del planeta (Kirby, 2003).

Cada vez que se consumen alimentos o se emplea algún producto o servicio, indirectamente se aprovecha el agua involucrada en sus procesos de producción. El consumo indirecto es usualmente considerado mucho mayor que el consumo de agua directo (AgroDer, 2012).

Existen indicadores en materia de agua como el agua virtual, que es el volumen total de agua utilizada directa e indirectamente para la elaboración de un producto. La huella hídrica (HH), es un indicador que se define como el volumen total de agua dulce que utilizamos en nuestra vida diaria, esta puede referirse a un producto, un consumidor, una empresa, una región o una nación (Vázquez del Mercado y Buenfil, 2012).

En el período 1996-2005, México fue el principal importador de agua virtual de la región Latinoamericana, ocupando además el segundo lugar en el mundo, superado únicamente por Japón. Su dependencia hídrica del exterior fue de 42.5%,

cuando el promedio mundial fue de 21.7%. Pudiera pensarse que el comercio de agua virtual constituye para México un ahorro, que le permite preservar de mejor manera sus recursos hídricos, sin embargo, representa también una amenaza para la soberanía alimentaria (Vázquez del Mercado, *et al.*, 2012).

El 86% de la HH de un mexicano son productos alimentarios y bebidas, 6% otros productos agropecuarios (pieles y algodón principalmente), 5% consumo doméstico y 3% productos industriales. Los dos factores que determinan la HH *per cápita* son: a) el volumen de consumo de cada producto y b) la HH de cada producto. El 15% de la HH de un mexicano es por consumo de carne de res y el 13% por maíz (Figura 1). Aunque se tiene un mayor consumo de maíz (123 kg *per cápita* anual) que de carne de res (18 kg *per cápita* anual), la elaboración de 1 kg de carne de res requiere en promedio 10 veces más agua que 1 kg de maíz. Por esto, aunque el consumo de carne es menor, su producción implica una mayor HH (AgroDer, 2012).

1.1. Importancia de la calidad del agua en el procesamiento de alimentos

El agua participa en la producción de los alimentos, desde las etapas iniciales (riego y agua para el ganado) hasta el procesamiento (ingrediente, medio de transporte y ayuda higiénica).

Por lo tanto, la importancia de su calidad resulta vital, ya que las personas pueden estar expuestas a agentes infecciosos o agentes químicos tóxicos mediante la ingesta de agua contaminada incorporada a alimentos, de alimentos regados o cosechados con agua contaminada y de alimentos que han estado en contacto con agua contaminada durante su procesamiento (Kirby, 2003).

A lo largo del tiempo se han establecido programas para el aseguramiento de la calidad que incluyen al agua. Los principales programas han surgido tomando como base el Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (HACCP, por sus siglas en inglés); así como los estándares de calidad ISO 9001. Por otra parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS), a través de la Asociación Internacional del agua (IWA, por sus siglas en inglés), han creado los planes de agua segura (WSPs, por sus siglas en inglés), que son planes de gestión de agua, que incluyen desde la fuente original, hasta su destino final (IWA, 2004). Una de las principales ventajas que proveen los WSPs y los principales programas como HACCP, radica en que incluyen barreras de tratamiento de agua para mantener monitoreado el proceso y el producto en todo momento, mientras que anteriormente, los programas analizaban el producto final, sin contar que se trataba de procesos con abastecimiento conti-

Producto	HH (%)
Carne de res	15%
Maíz	13%
Lácteos	11%
Carne de ave	6%
Uso doméstico	5%
Visceras y piel	4%
Carne de Cerdo	4%
Azúcar	4%
Frijol	3%
Huevo	3%
Trigo	3%
Productos industriales	3%
Otros	26%
Total	100%

Adaptada de AgroDer, 2012.

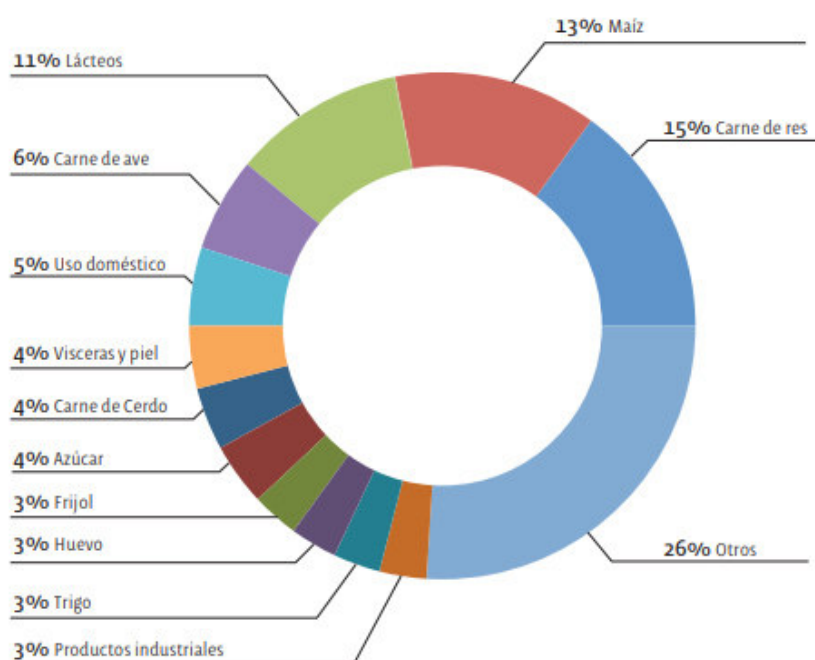


Fig 1. Huella hídrica de consumo per cápita por producto en México

nuo y que al momento en que se contaba con los resultados, el producto podía ya encontrarse con el consumidor (ILSI, 2008).

En México, las normas que establecen las especificaciones sanitarias y los límites máximos permisibles, que deben de cumplir los sistemas de abastecimiento de agua potable son la NOM-127-SSA1-1994 (Secretaría de Salud, 1994), y la NOM-201-SSA1-2002 (Secretaría de Salud, 2002).

1.2. El agua residual en la industria de alimentos

El gran requerimiento de agua en la industria alimentaria genera grandes cantidades de agua residual. Como resultado, es de vital importancia la recuperación y reutilización de este recurso natural para disminuir las necesidades de abastecimiento y reducir los costos de producción. En el pasado, los procesadores de alimentos reunían toda el agua residual de los distintos procesos y la sometían a un solo tratamiento. Sin embargo, separar el agua residual de cada uno de los procesos permite un tratamiento óptimo para cada tipo de agua residual, como resultado, se ahorra energía, incrementa la eficiencia de los sistemas y disminuyen los costos con respecto al tratamiento (Casani, 2005).

El agua reutilizable puede ocuparse para el riego de cultivos y para uso humano. En el caso del procesamiento de alimentos, el agua reutilizada puede o no estar en contacto con alimentos. Si no lo está, se puede utilizar para refrigeración o la generación de vapor. Si está en contacto con alimentos se puede utilizar para el lavado, transporte, limpieza y en el producto final (ILSI, 2008).

El agua residual en México se encuentra regulada por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de las normas NOM-001-ECOL-1996 (SEMARNAT, 1996a), NOM-002-ECOL-1996 (SEMARNAT, 1996b), NOM-003-ECOL-1996 (SEMARNAT, 1997) y la NOM-CCA-031-ECOL/1993 (SEMARNAT, 1993). Estas normas establecen los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, involucrando a las aguas tratadas para reutilización, las descargas industriales y agroindustriales.

1.3. Métodos convencionales y emergentes en el tratamiento de agua

Existen en la actualidad diversas tecnologías para realizar el tratamiento de efluentes, cuya eficiencia está en función de la naturaleza de los contaminantes y de las condiciones de operación de los sistemas de tratamiento. En general, el agua contaminada puede ser procesada mediante tratamiento físico, químico o biológico (De la Hoz, 2007).

Además de los métodos de cloración y ozonación, previa-

mente mencionados, existen algunos otros métodos convencionales ampliamente utilizados para el tratamiento y desinfección de agua. El método de coagulación-floculación, es un método químico que consiste en la adición de coagulantes para reducir el potencial zeta de las partículas coloidales, lo que permite la interacción entre partículas y posterior floculación. Una de las complicaciones que presenta este método es la exactitud en la dosis o concentración añadida de químicos, ya que un exceso puede resultar peligroso para la salud; por ejemplo, el floculante acrilamida que es una neurotoxina prohibida en algunos países (Jusic y Ademovic, 2012).

La filtración a través de membranas es un método físico que ha sido implementado en la remoción de micro contaminantes en agua y puede tratarse de microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración y ósmosis inversa, según los tamaños de partícula a filtrar. Dicha tecnología se ve limitada por el tamaño de poro de las membranas de filtración y dentro de las complicaciones que este método presenta se encuentran la necesidad de realizar retro lavados constantes y la incapacidad de reducir o eliminar microorganismos (Shaliney y Ademola, 2014).

La radiación ultravioleta es otro de los métodos de desinfección ampliamente empleados en agua; su efectividad depende de la dosis aplicada. La longitud de onda óptima se encuentra en el intervalo de 250 a 270 nm. La desinfección ocurre debido a la inactivación de las células de los microorganismos afectando su capacidad de reproducción y de infección. Sin embargo, si la radiación es aplicada en dosis menores los microorganismos tienden a revertir el daño celular (Shaliney y Ademola, 2014).

Los métodos convencionales han demostrado que pueden causar efectos contraproducentes a la salud y a los equipos. Por tal motivo, la comunidad científica ha buscado nuevos métodos para el tratamiento de agua, que sean más eficientes y menos dañinos para la salud (Castillo-Ledezma *et al.*, 2010; Bandala *et al.*, 2011a; Ratpukdi, Casey, DeSutter y Khan, 2011).

Los procesos avanzados de oxidación (PAOs) han emergido como una alternativa para el tratamiento de agua y son procesos que involucran la generación de especies altamente oxidantes capaces de atacar y degradar sustancias orgánicas. Son considerados procesos físico-químicos con la habilidad de producir cambios profundos en la estructura química de los contaminantes como resultado de la participación de radicales libres (principalmente radicales hidroxilo ($\text{HO}\cdot$) por su capacidad altamente oxidante) en reacciones Redox (Bandala y Raichle, 2013). Existe un gran interés en este tipo de procesos debido a su capacidad de oxidar una amplia variedad de

Tabla I. Reacciones químicas involucradas en la reacción Fenton (Fe^{2+})

Reacción	No. reacción
$\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{HO}^\bullet + \text{OH}^-$	(1)
$\text{Fe}^{2+} + \text{HO}^\bullet \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{OH}^-$	(2)
$\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{FeOH}]^{2+} + \text{H}^+$	(3)
$\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons [\text{FeHO}_2]^{2+}$	(4)
$[\text{FeOH}]^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{OH})(\text{HO}_2)]^+ + \text{H}^+$	(5)
$[\text{FeOH}]^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{HO}^\bullet$	(6)
$[\text{FeHO}_2]^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{HO}_2^\bullet$	(7)
$[\text{Fe}(\text{OH})(\text{HO}_2)]^+ \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{HO}_2^\bullet + \text{HO}^\bullet$	(8)
$\text{RH} + \text{HO}^\bullet \rightarrow \text{R}^\bullet + \text{H}_2\text{O}$	(9)

HO[•] = Radical hidroxiloHO[•] = Ion hidroxiloAdaptada de Corona-Vazquez *et al.*, 2012

compuestos de difícil degradación. El radical hidroxilo ($\text{HO}^\bullet$) puede ser generado por medios foto químicos y otras formas de energía (Auriol-López *et al.*, 2011).

Los radicales libres generados son capaces de oxidar contaminantes orgánicos principalmente por la abstracción de hidrógeno o por la adición electrofílica a los dobles enlaces para generar radicales libres orgánicos ($\text{R}^\bullet$), que pueden reaccionar con las moléculas de oxígeno formando radicales peróxido y así inician las reacciones oxidantes en cadena, que probablemente lleven a la mineralización completa de la materia orgánica (Quiroz, Bandala y Martínez-Huitle, 2011).

1.4. Procesos Fenton y tipo Fenton

Henry J. H. Fenton descubrió hace más de un siglo que utilizando peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y sal de hierro (Fe^{2+} , Fe^{3+}) como catalizador, lograba oxidar moléculas orgánicas (Al-Momani y Esplugas, 2003). Las reacciones Fenton y otras relacionadas son vistas como una alternativa conveniente y económica para generar especies oxidantes que sirvan para el tratamiento de desechos químicos. Comparado con otros oxidantes, el H_2O_2 es económico, seguro, de fácil manejo y no representa una amenaza al ambiente, ya que se descompone rápidamente en presencia de agua y oxígeno. De igual manera el hierro resulta económico, seguro y ambientalmente amigable (Pignatello, Oliveros y MacKay, 2006).

1.4.1. Proceso Fenton

La reacción de Fenton, consiste en la descomposición de H_2O_2 con sales de hierro. Para el caso del Fe^{2+} las principales reacciones se enlistan en las reacciones 1 a 9, que se pueden observar

en la tabla I. En la secuencia de reacciones, el H_2O_2 se consume por completo produciendo $\text{HO}^\bullet$ (Al-Momani y Esplugas, 2003; Corona-Vazquez *et al.*, 2012).

El proceso Fenton, a pesar de ser una opción de fácil manejo y ambientalmente amigable, requiere optimizar las condiciones experimentales para garantizar un rendimiento adecuado, ya que distintas variables (pH, concentración de H_2O_2 y sales de hierro) pueden afectar la efectividad en la remoción de contaminantes (Martínez, Ramírez y Toledo, 2013). Cuando la temperatura aumenta, la cinética de las reacciones incrementa, pero al mismo tiempo la descomposición de H_2O_2 en O_2 y H_2O se ve igualmente favorecida (Brillas, Sirés y Oturan, 2009).

La oxidación de compuestos orgánicos mediante procesos Fenton, depende principalmente de las reacciones producidas por el $\text{HO}^\bullet$, que reacciona por abstracción de los átomos de hidrógeno presentes, es decir, los separa de la molécula a la que se encuentren unidos, o por inserción a enlaces insaturados. El altamente reactivo $\text{HO}^\bullet$ aparenta ser un electrófilo débil, lo que reduce la abstracción de hidrógeno cuando un grupo carbonilo atrayente de electrones, es colocado en la posición alfa. La degradación del contaminante ocurre con la formación de un exceso de radicales orgánicos nacientes, generando reordenamientos en la molécula original. Algunos otros factores, además del carácter electrofílico del $\text{HO}^\bullet$ pueden ser importantes, como: (i) la fuerza de los enlaces C-H; (ii) la estabilidad del radical orgánico naciente; (iii) factores estadísticos como el número de átomos equivalentes de H o la posición de ataque y (iv) efectos estéricos (Pignatello *et al.*, 2006).

Se ha reportado que el uso de procesos Fenton es efectivo en el tratamiento de aguas residuales que involucran dife-

rentes tipos de contaminantes tóxicos como: (i) compuestos aromáticos, que son contaminantes tóxicos que dan mal olor al agua; (ii) tintes y colorantes de la industria, que son contaminantes tóxicos que provocan daños a microorganismos, a la vida marina, a los seres humanos y son responsables de reducir la penetración de la luz en aguas contaminadas; (iii) productos farmacéuticos, que pueden causar efectos negativos en el agua (toxicidad, patógenos resistentes, genotoxicidad y alteraciones endócrinas) y (iv) pesticidas, que son compuestos tóxicos generalmente ubicados en aguas superficiales y subterráneas. Adicionalmente, estos procesos se han ocupado para la remoción de otro tipo de contaminantes en agua, por ejemplo: ácidos carboxílicos, metales pesados y microorganismos patógenos (Long y Jin, 2012).

Las principales ventajas del proceso Fenton para el tratamiento de agua son las siguientes: (i) operación simple y flexible que permite una fácil implementación en plantas existentes, (ii) manejo sencillo de los compuestos químicos involucrados y (iii) no necesita una fuente externa de energía (Brillas *et al.*, 2009).

Sin embargo, es importante mencionar que de igual manera existen algunas desventajas, dentro de las cuales se encuentran: (i) los riesgos y altos costos asociados al almacenamiento y transporte del H_2O_2 , (ii) la utilización de grandes cantidades de agentes químicos utilizados para acidificar el medio a pH entre 2 y 4, (iii) la acumulación de lodos de hierro que requieren ser removidos al finalizar el tratamiento y (iv) no siempre se logra una mineralización completa, debido a la formación de complejos de hierro. Algunas de las desventajas pueden ser minimizadas, como la cantidad de H_2O_2 optimizando su concentración y la formación de lodos de hierro mediante la utilización de catalizadores que contienen hierro inmovilizado como zeolitas, arcillas modificadas de hierro, tamices moleculares mesoporosos, óxidos de hierro o resinas de intercambio iónico que pueden ser fácilmente separados de la solución (Brillas *et al.*, 2009).

1.4.2. Procesos tipo Fenton

Se han desarrollado procedimientos que se basan en la química de las reacciones de Fenton y son denominados procesos tipo Fenton. Se ha demostrado que, en muchos de los casos, los procesos tipo Fenton son más eficientes que la reacción de Fenton para el tratamiento de agua contaminada (Quiroz *et al.*, 2011).

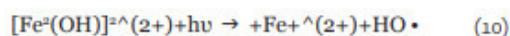
1.4.2.1. Proceso foto Fenton

Cuando la reacción de Fenton involucra fuentes de energía artificial como la radiación ultravioleta, la luz visible o am-

bas, la reacción es conocida como el proceso foto Fenton y se encuentra dentro de los métodos más eficientes para generar radicales hidroxilo, por encima de algunos otros PAOs (Quiroz *et al.*, 2011).

La irradiación con una longitud de onda en el intervalo entre 200 y 550 nm (Al-Momani y Esplugas, 2003), casi invariablemente, genera tasas de degradación más rápidas de los contaminantes y un uso más eficiente de los reactivos (Pignatello *et al.*, 2006). Una de las desventajas de este tipo de procesos es el incremento en los costos que puede aportar el uso de la energía que se requiere adicionar, lo que ha llevado a analizar otras opciones para abatir los costos asociados y se propone el uso de energía solar, que provee de energía gratuita y renovable con longitudes de onda superiores a los 300 nm. Cuando esto sucede al proceso se le conoce como foto Fenton solar (Brillas *et al.*, 2009).

La acción de los fotones en el proceso foto Fenton es compleja, los radicales hidroxilo son producidos por la reacción de Fenton, con la ventaja de que se evita la acumulación de Fe^{3+} por medio de la foto-reducción de $[Fe(OH)]^{2+}$ de acuerdo con la reacción 10 (Brillas *et al.*, 2009):



En donde representa a la energía radiante.

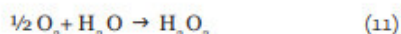
1.4.2.2. Proceso electro Fenton

El proceso electro Fenton es una tecnología emergente para la eliminación de contaminantes en agua. Se basa en reacciones electroquímicas que se utilizan para generar in situ a uno o ambos de los reactivos (H_2O_2 y Fe^{2+}) para la reacción de Fenton. Los reactivos generados dependen de la configuración de la celda, las condiciones de la solución y la naturaleza de los electrodos (Pignatello *et al.*, 2006). El proceso ha demostrado una gran efectividad en el tratamiento de agua contaminada con pesticidas, colorantes sintéticos orgánicos, productos farmacéuticos, productos de higiene personal y una gran cantidad de contaminantes orgánicos (Brillas *et al.*, 2009).

De igual forma, el proceso electro Fenton provee de una alternativa para solucionar problemas de las reacciones clásicas de Fenton como la elevación de costos, las complicaciones y peligros de transporte del H_2O_2 . También se considera el estrecho intervalo óptimo de valores de pH; ya que tanto el H_2O_2 , como los iones hierro pueden ser producidos dentro del sistema electro Fenton (Plakas, Karabelas, Sklari y Zaspalis, 2013). El proceso electro Fenton es considerado como una técnica ambientalmente amigable debido a su capacidad para produ-

cir H_2O_2 *in situ* por la reducción catódica del oxígeno (Daghrir y Droguí, 2013).

La producción *in situ* de H_2O_2 , mediante la reacción electroquímica del oxígeno, puede expresarse de manera general con la reacción 11 (Liu *et al.*, 2007):



Las ventajas que posee este método de electro oxidación indirecta, comparado con los procesos químicos de Fenton, son: (i) la producción *in situ* de H_2O_2 , (ii) la posibilidad de controlar la cinética de degradación, (iii) el incremento de la eficiencia en la degradación de contaminantes orgánicos debida a la continua regeneración de Fe^{2+} en el cátodo, que también disminuye la producción de lodos y (iv) la viabilidad de generar una mineralización global a un costo relativamente bajo, si se optimizan los parámetros de operación (Brillas *et al.*, 2009).

Una variante del proceso electro Fenton consiste en la incorporación de radiación, proceso conocido como foto electro Fenton en el que la solución es tratada bajo condiciones de electro Fenton e irradiada con uv o luz visible durante o después de la electrólisis, logrando incrementar la tasa de mineralización de los contaminantes (Wang y Xu, 2012).

1.4.2.3. Proceso Fenton heterogéneo

Las limitantes presentadas por los procesos Fenton convencionales han llevado al desarrollo de catalizadores para el proceso Fenton heterogéneo, que han sido utilizados como matriz sólida

para inmovilizar al hierro y así llevar a cabo la catálisis heterogénea (Lim *et al.*, 2006). Shu-Sung y Mirat (1998) propusieron un mecanismo simplificado de las reacciones que se llevan a cabo durante los procesos Fenton heterogéneo, mediante las reacciones 12 a 16 y se puede observar en la tabla II.

El proceso Fenton heterogéneo (catálisis heterogénea) es considerado como la evolución natural de los procesos Fenton, permite separar a la sal de hierro del efluente y eventualmente, la posibilidad de reutilizarla (Dhakshinamoorthy, Navalón, Mercedes y García, 2012). De esta manera la fuga de iones de hierro puede ser prevenida y el rango de pH óptimo para la reacción puede ser ampliado (Wang, Liu y Sun, 2012).

La catálisis vía Fenton heterogéneo ha demostrado ser útil para el tratamiento de distintos contaminantes orgánicos en medio acuoso. Sin embargo, de igual forma que los procesos Fenton, para eficientar la tasas de degradación de contaminantes, es necesario incorporar radiación para acelerar la reacción, proceso conocido como foto Fenton heterogéneo (Lim *et al.*, 2006).

2. Aplicación de procesos Fenton y tipo Fenton en la eliminación de compuestos químicos

Como se ha mencionado con anterioridad, la capacidad de los procesos Fenton para eliminar contaminantes es muy amplia. En la tabla III, se citan los trabajos que diversos autores han realizado en cuanto a las aplicaciones de los procesos Fenton y tipo Fenton, en la eliminación de contaminantes en agua, resaltando solventes orgánicos, colorantes, productos farma-

Tabla II. Mecanismo de reacciones simplificadas para la descomposición de H_2O_2 en una superficie de óxido de hierro (Fenton heterogéneo)

Reacción	No. reacción
$\equiv \text{Fe}^{3+} - \text{OH} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons (\text{H}_2\text{O}_2)_s$	(12)
$(\text{H}_2\text{O}_2)_s \rightarrow \equiv \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{HO}_2^\cdot$	(13)
$\equiv \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \equiv \text{Fe}^{3+} - \text{OH} + \text{HO}^\cdot$	(14)
$\text{HO}_2^\cdot \rightleftharpoons \text{H}^\cdot + \text{O}_2^{\cdot -}$	(15)
$\equiv \text{Fe}^{3+} - \text{OH} + \text{HO}_2^\cdot / \text{O}_2^{\cdot -} \rightarrow \equiv \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O} / \text{OH}^\cdot + \text{O}_2$	(16)
$\equiv \text{Fe}^{3+} - \text{OH}$ = Hierro suspendido en una matriz sólida, enlazado a un hidroxilo	
$(\text{H}_2\text{O}_2)_s$ = Representa a las especies químicas de H_2O_2 adherido a la matriz sólida	
$\text{HO}_2^\cdot / \text{O}_2^{\cdot -}$ = Radical hidropoxo / radical superoxo	

Adaptada de Shu-Sung y Mirat, 1998.

Compuesto	Proceso	Referencia
2,6-dimetilanilina	Fenton	Masomboon, Ratanatamskui y Lu, 2009.
4,6-dinitro-ortho-cresol	Fenton	Zeng y Lemley, 2009.
Verde de malaquita	foto Fenton	Ma <i>et al.</i> , 2006.
2,4,5-triclorofenol (TCP)	foto Fenton	Ma <i>et al.</i> , 2006.
Clopiralid (herbicida)	Fenton	Westphal <i>et al.</i> , 2013
Sulfametoxazol (antibiótico)	Foto Fenton	Karaolia <i>et al.</i> , 2014; Miralles <i>et al.</i> , 2014
Claritromicina (antibiótico)	Foto Fenton	Karaolia <i>et al.</i> , 2014.
Mitoxantrona	Fenton y foto Fenton	Pereira <i>et al.</i> , 2013.
Trihalometano	Foto Fenton	Moncayo <i>et al.</i> , 2012.
Clorpirifos (insecticida)	Fenton y foto Fenton	Samet <i>et al.</i> , 2012.
Nonil fenol poli etoxilado	Fenton y foto Fenton	Karci, Arslan y Bekbolet, 2013.
Carbamazepina	Foto Fenton	Miralles <i>et al.</i> , 2014.
Flumequina	Foto Fenton	Miralles <i>et al.</i> , 2014.
Ibuprofeno	Foto Fenton	Miralles <i>et al.</i> , 2014.
Ofloxacina	Foto Fenton	Miralles <i>et al.</i> , 2014.
Rojo de alizarina	Foto Fenton y Fenton heterogéneo	Gomathi <i>et al.</i> , 2013.
Cafeína	Foto Fenton	Klamerth, Malato, Agüera y Fernández, 2013.
Nicotina	Foto Fenton	Klamerth <i>et al.</i> , 2013.
Cotonina	Foto Fenton	Klamerth <i>et al.</i> , 2013.
Colores y olores en agua residual agroindustrial	Foto Fenton	Bedoui, Limem, Abdel y Bensalah, 2011.
Colorante rojo remazol	Fenton y foto Fenton	Saatci, 2010.
Fenol	Fenton, electro Fenton y Fenton heterogéneo	Babuponnusami y Muthukumar, 2012; Han, Phonthammachai, Ramesh, Zhong y White, 2008.
Anilina	Fenton y electro Fenton	Anotai, Su, Tssai y Lu, 2011; Casado <i>et al.</i> , 2005.
Naranja II	Electro Fenton y Fenton heterogéneo	Chun <i>et al.</i> , 2010; Ramirez <i>et al.</i> , 2007; Ramirez <i>et al.</i> , 2008.
Tolueno	Electro Fenton	Bañuelos <i>et al.</i> , 2013.
Imidacloprid (insecticida)	Fenton heterogéneo y electro Fenton	Iglesias <i>et al.</i> , 2014.
Metomilo (insecticida)	Electro Fenton	Outran, Zhou y Outran, 2010.
Nitrobenzeno	Electro Fenton	Casado <i>et al.</i> , 2005.
4-clorofenol	Electro Fenton	Casado <i>et al.</i> , 2005.
Fungicida triadimefón (conazol)	Electro Fenton	Salazar y Ureta, 2012.
Naranja de metilo	Electro Fenton	Wang, <i>et al.</i> , 2012.
Azul de metileno	Fenton heterogéneo	Wang, Tian y Ning, 2014.
Metanol	Fenton heterogéneo	Hincapié <i>et al.</i> , 2011.
Etanol	Fenton heterogéneo	Han <i>et al.</i> , 2008.
Formaldehído	Fenton heterogéneo	Han <i>et al.</i> , 2008.
Acetona	Fenton heterogéneo	Han <i>et al.</i> , 2008.

céuticos, pesticidas y algunos otros compuestos químicos, la mayoría de los trabajos corresponden a los últimos 4 años.

En cuanto a la degradación de solventes orgánicos en agua, los procesos Fenton y tipo Fenton demostraron ser eficientes. Bañuelos *et al.* (2013) reportaron la degradación de tolueno de la superficie de carbón activado granulado, mediante el proceso electro Fenton. Hincapié, Ocampo, Restrepo y Marín, (2011) reportaron la degradación de metanol en agua de lavado de biodiesel de palma. En este caso, la turbidez de la muestra impidió que la radiación ultravioleta del proceso foto Fenton fuera lo suficientemente intensa o no hubo un tiempo de contacto adecuado para incrementar la degradación, en particular del metanol. Babuponnusami y Muthukumar, (2012) trabajaron en la degradación de fenol, encontrando en el proceso foto electro Fenton una degradación al 100% del compuesto, con una mineralización (conversión completa de un compuesto a sus constituyentes minerales CO_2 y H_2O) correspondiente al 64.19%, en tan sólo 30 minutos de reacción.

Los colorantes y tintes presentes en agua, son una forma común de contaminación. Los procesos Fenton y tipo Fenton han demostrado capacidad de degradar este tipo de compuestos y dependen de las condiciones y las interferencias presentes en el sistema. Gomathi, Munikrishnappa, Nagaral y Eraia (2013) evaluaron la degradación del colorante rojo de alizarina en presencia de aniones de cloro y sulfato, resultando una degradación baja a mayor concentración de los aniones inorgánicos; sin embargo, se mostró degradación del colorante. Saatci (2010) demostró mediante el proceso foto Fenton la degradación del colorante rojo remazol con una eficiencia elevada. Ramírez *et al.* (2007), Ramírez, Lampinen, Vicente, Costa y Madeira (2008) y Chun, Fang, Hong y Xiang (2010) obtuvieron buenos resultados en la degradación del colorante naranja II, mediante el proceso Fenton heterogéneo. Después de 4 horas se degradó cerca del 100% del colorante y entre 65% y 89% de mineralización.

Los productos farmacéuticos, han demostrado ser eliminados mediante procesos Fenton y tipo Fenton. Pereira *et al.* (2013) degradaron el fármaco antineoplásico mitoxantrona, alcanzando una mineralización entre un 77 y 90%. Miralles *et al.* (2014) aplicaron los procesos foto Fenton y foto Fenton solar en la eliminación de cinco fármacos: sulfametoxazol, carbamezapina, flumequina, ibuprofeno y ofloxacina, obteniendo degradaciones de todos los contaminantes. Karaolia *et al.* (2014) demostraron la capacidad de eliminar a los antibióticos sulfametoxazol y claritromicina, con eficiencias de degradación de 95% y 70%, respectivamente.

Los procesos Fenton y tipo Fenton han demostrado la ca-

pacidad de eliminar distintos tipos de pesticidas, bajo diferentes condiciones. Westphal, Saliger, Jäger, Teevs y Prübe (2013) reportaron la degradación del herbicida clopiridil mediante Fenton homogéneo y heterogéneo, resultando más eficiente el proceso homogéneo, obteniendo una degradación total del herbicida. Samet, Hmani y Abdelhédi (2012) demostraron la degradación del insecticida clorpirifos mediante procesos Fenton y foto Fenton, resultando 50% más eficiente el proceso foto Fenton. Iglesias, Gómez, Pazos y Sanromán (2014) reportaron la degradación del insecticida imidacloprid mediante el proceso electro Fenton heterogéneo mostrando una degradación completa del insecticida después de 120 minutos. Salazar y Ureta (2012) demostraron la completa mineralización del fungicida triadimefon (conazol), mediante los procesos electro Fenton y foto electro Fenton.

En cuanto a otros compuestos, Casado, Fornaguera y Galán (2005), mediante los procesos foto electro Fenton y electro Fenton, demostraron la degradación de anilina, nitrobenzén y clorofenol, en donde se alcanzó casi una total mineralización al haber transcurrido 50 minutos. Moncayo, Rincon, Pulgarin y Benitez (2012) demostraron la degradación de trihalometanos producidos por los subproductos clorados mediante el proceso foto Fenton solar, alcanzando degradaciones entre el 50 y 80% de los trihalometanos.

Se puede observar que los procesos Fenton han sido reportados como eficientes en la remoción de compuestos químicos de diversa índole. De igual manera, se muestra que a medida que los procesos evolucionan se obtienen mejores resultados; por ejemplo, la catálisis que genera la radiación del proceso foto Fenton incrementa la eficiencia del proceso con respecto a Fenton. Generalmente es más eficiente el proceso hetero Fenton sobre Fenton. De igual forma, se muestra que se pueden realizar distintas combinaciones de los procesos y que dependiendo del objetivo, se puede generar la mejor combinación de los procesos tipo Fenton.

3. Aplicación de procesos Fenton y tipo Fenton en la desinfección de agua

Las enfermedades transmitidas por el agua son aquellas contraídas por la ingesta directa del agua, o que ocupan al agua como portador pasivo de agentes infecciosos. Se pueden identificar distintas clases de agentes contaminantes. Leclerc *et al.* (2002) han sugerido que se dividan en: virus, éstos no crecen en el agua, simplemente permanecen estáticos en cantidad o mueren y su dosis infecciosa es generalmente baja; los protozoos entéricos, que son microorganismos con una alta resistencia a ambientes acuáticos y a la mayoría de desinfectantes

Tabla IV. Ejemplos de la aplicación de procesos Fenton y tipo Fenton en la desinfección de agua

Microorganismo	Proceso	Referencia
<i>Vibrio fischeri</i>	Foto Fenton	Karaolia <i>et al.</i> , 2014; Karci <i>et al.</i> , 2013.
Bacterias mesófilas aerobias (BMA)	Fenton	Gosselin <i>et al.</i> , 2013; Klamerth <i>et al.</i> , 2013.
<i>Escherichia coli</i>	Fenton y foto Fenton	Rodriguez <i>et al.</i> , 2012; Ndounla, Kenfack, Wéthé y Pulgarin, 2014; Ndounla <i>et al.</i> , 2013; Bandala <i>et al.</i> , 2011a.
<i>Salmonella spp.</i>	Foto Fenton	Ndounla <i>et al.</i> , 2013; Ndounla <i>et al.</i> , 2014.
Colifago MS2	Fenton	Kim <i>et al.</i> , 2010.
<i>Escherichia coli</i> K12	Foto Fenton	Rincón y Pulgarin, 2006; Spuhler, Rengifo y Pulgarin, 2010.
<i>Phytophthora capsici</i>	Foto Fenton	Polo <i>et al.</i> , 2013.
Coliformes totales	Foto Fenton	Klamerth <i>et al.</i> , 2013.
<i>Enterococcus faecalis</i>	Foto Fenton	Ortega <i>et al.</i> , 2012; Karaolia <i>et al.</i> , 2014.
Micobacterias	Fenton heterogéneo	Price, Hudersman, Shen y Walsh, 2012.
Huevos de helminto	Foto Fenton	Bandala <i>et al.</i> , 2011a; Corona-Vasquez <i>et al.</i> , 2012.
Huevos de <i>Ascaris suum</i>	Foto Fenton	Bandala <i>et al.</i> , 2012; Corona-Vasquez <i>et al.</i> , 2012.
Esporas de <i>Bacillus subtilis</i>	Fenton y foto Fenton	Corona-Vasquez <i>et al.</i> , 2012; Bandala <i>et al.</i> , 2011b.

y antisépticos; por último, se encuentran las bacterias patógenas, que pueden ser entéricas o acuáticas, la resistencia de este tipo de microorganismos depende especialmente de la cantidad de nutrientes para su supervivencia y de la temperatura.

Los trabajos de los autores citados en la tabla IV, muestran algunas de las aplicaciones en los últimos cuatro años de los procesos Fenton y tipo Fenton en desinfección de agua. Para el caso particular del agua potable en México, las normas NOM-127-SSA1-1994 (Secretaría de Salud, 1994) y NOM-201-SSA1-2002 (Secretaría de Salud, 2002) establecen los límites permisibles de coliformes totales (CT). Gosselin, Madeira, Juhna y Block (2013) reportaron la disminución de bacterias mesófilas aerobias (BMA), de tres ciclos logarítmicos en un lapso de 30 minutos mediante el proceso foto Fenton. Por otro lado, Klamerth, Malato, Agüera, Fernández y Mailhot (2012) reportaron una disminución de BMA de 2 ciclos logarítmicos y CT de 3 ciclos logarítmicos, mediante el proceso foto Fenton.

Las bacterias fueron los microorganismos más reportados, especialmente la *Escherichia coli*, que es responsable de un gran número de enfermedades gastrointestinales. Rodríguez, Mostco, Ormad y Ovelheiro (2012) lograron mediante proceso Fenton y foto Fenton la disminución de *E. coli* entre 2.43 y 5.81 ciclos logarítmicos. Ndounla, Spuhler, Kenfack, Wéthé y Pulgarin (2013) reportaron la disminución de *E. coli* y *Salmonella spp.* en agua, alcanzando una completa inactivación de

ambos microorganismos patógenos mediante el proceso foto Fenton. Karaolia *et al.* (2014) obtuvieron una disminución de 5 ciclos logarítmicos de la especie *Vibrio fischeri* mediante el proceso foto Fenton solar. Corona-Vasquez *et al.* (2012) reportaron la inactivación de esporas de *Bacillus subtilis*, mediante el proceso foto Fenton alcanzando una inactivación de 9 ciclos logarítmicos.

Para el caso de la desinfección de algunos otros seres vivos, se ha reportado el uso de procesos Fenton y tipo Fenton. Polo, Oller, y Fernández (2013) reportaron la disminución de *Phytophthora capsici* hasta lograr una completa inactivación del microorganismo con el proceso foto Fenton solar, en un lapso de 3 horas. Bandala *et al.* (2011b) reportan una inactivación superior al 99.99% de huevos de helminto mediante el proceso foto Fenton solar. Bandala, González, Sánchez, y Castillo (2012) obtuvieron una inactivación de huevos de *Ascaris suum* por encima del 99% mediante el proceso foto Fenton.

Un ejemplo de la aplicación de los procesos Fenton en la inactivación de virus es el que reportaron Kim, Lee, Sedlak, Yoon y Nelson (2010); ellos obtuvieron una inactivación de 4 ciclos logarítmicos del virus colifago MS2 en dos etapas, la primera redujo los primeros 3 ciclos en un lapso de un minuto y la segunda un ciclo más en 60 minutos, lo anterior, utilizando el proceso Fenton.

Conclusión

Debido a la importancia del agua y su estrecha relación con los alimentos, el tratamiento del agua ha sido un tema de relevancia y por tanto, ampliamente investigado, poniendo especial énfasis en las implicaciones que pudiera tener en la salud de los consumidores finales. Los procesos avanzados de oxidación, en particular, los procesos Fenton y tipo Fenton, debido a su amplio rango de acción y las variantes entre sus procesos, han demostrado ser una alternativa viable para el tratamiento de agua, tanto para la eliminación de compuestos químicos como para la eliminación de agentes infecciosos.

De acuerdo a los reportes anteriores, se demuestra la capacidad que los procesos Fenton y tipo Fenton tienen en la desinfección y eliminación de contaminantes en agua. De igual forma, se pudo observar que los procesos son dependientes de las condiciones del sistema y que pueden existir múltiples combinaciones de los procesos tipo Fenton, que en algunos casos incrementan la eficiencia del proceso.

Con base en lo anterior, se puede pronosticar que se seguirán realizando inversiones e investigaciones en este campo, que permitan proveer de alternativas eficientes para proveer de agua segura a un mayor número de personas. De igual forma, es probable que en los años siguientes la lista de compuestos químicos y microorganismos patógenos se vea ampliada y seguramente cada vez sean tratados compuestos más complejos y microorganismos más resistentes.

Agradecimientos

A la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP) y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el financiamiento para realizar este posgrado y por tanto, este trabajo.

Referencias

- AgroDer. (2012). *Huella hídrica en México en el contexto de Norteamérica*. México, D.F.: WWF México y AgroDer.
- Al-Momani, F. y Esplugas, S. (2003). *Combination of photo-oxidation processes with biological treatment*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona, Barcelona, España.
- Anotai, J., Su, C., Tsai, Y. y Lu, M. (2011). Comparison of aniline oxidation by electro-Fenton and fluidized-bed Fenton processes. *Journal of Environmental Engineering*, 137(5), 363-370.
- Auriol-López, V., López-Malo Vigil, A. y Bandala, E. (2011). Procesos avanzados de oxidación y su aplicación en alimentos. *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos*, 5(1), 22-31.
- Babuponnusami, A. y Muthukumar, K. (2012). Advanced oxidation of phenol: A comparison between Fenton, electro-Fenton, sono-electro-Fenton and photo-electro-Fenton processes. *Chemical Engineering Journal*, 183, 1-9.
- Bandala, E. R. y Raichle, B. W. (2013). Solar driven advanced oxidation processes for water decontamination and disinfection. En N. Enteria y A. Akbarzadeh, *Solar Energy Sciences and Engineering Applications* (págs. 395-412). Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Bandala, E. R., Castillo, H. J., González, L. y Sanchez, S. J. (2011a). Solar driven advanced oxidation processes for inactivation of pathogenic microorganisms in water. *Recent Research Developments in Photochemistry and Photobiology*, 8, 1-16.
- Bandala, E. R., González, L., Sánchez, S. J. y Castillo, H. (2012). Inactivation of *Ascaris* eggs in water using sequential solar driven photo-Fenton and free chlorine. *Journal of Water and Health*, 10, 20-30.
- Bandala, E., Pérez, R., Vélez, L. A., Sánchez, S. J., Quiroz, M. y Méndez, R. M. (2011b). *Bacillus subtilis* spore inactivation in water using photo-assisted Fenton reaction. *Sustainable Environmental Research*, 21(5), 285-290.
- Bañuelos, J. A., Rodríguez, F. J., Manriquez, R. J., Bustos, E., Rodríguez, A., Cruz, J., Arriaga, L. G. y Godínez, L. (2013). Novel electro-Fenton approach for regeneration of activated carbon. *Environmental Science and Technology*, 47, 7927-7933.
- Bedoui, A., Limem, E., Abdel, W. y Bensalah, N. (2011). Photo-Fenton treatment of actual agro-industrial wastewaters. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 50, 6673-6680.
- Bekink, M. y Nozaic, D. (2013). Assessment of a chlorine dioxide proprietary product for water and wastewater disinfection. *Water South Africa*, 39(3), 375 - 377.
- Brillas, E., Sirés, I. y Oturan, M. (2009). Electro-Fenton process and related electrochemical technologies based on Fenton's reaction chemistry. *Chemical Reviews*, 109, 6570 - 6631.
- Casado, J., Fornaguera, J. y Galán, M. (2005). Mineralization of aromatics in water by sunlight-assisted electro-Fenton technology in a pilot reactor. *Environmental Science and Technology*, 39, 1843-1847.

- Casani, S. R. (2005). A discussion paper on challenges and limitations to water use and hygiene in the food industry. *Water Research*, 39, 1134 - 1146.
- Castillo-Ledezma, J., López-Malo Vigil, A. y Bandala, E. (2010). Desinfección de agua mediante el uso de tecnologías emergentes basadas en procesos avanzados de oxidación. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 4(1), 74-83.
- Chun, H. F., Fang, B. L., Hong, J. M. y Xiang, Z. L. (2010). Bio-electro-Fenton process driven by microbial fuel cell for wastewater treatment. *Environmental Science and Technology*, 44, 1875-1880.
- Corona-Vasquez, B., Auriolles, V. y Bandala, E. (2012). Safe drinking water generation by solar-driven Fenton-like processes. En E. B. Batabunde, *Solar Radiation* (págs. 447 - 458). Rijeka, Croacia: InTech.
- Daghrir, R. y Drogui, P. (2013). Coupled electrocoagulation-electro-Fenton for efficient domestic wastewater treatment. *Environmental Chemistry Letters*, 11, 151-156.
- De la Hoz, F. R. (2007). Avances en la desinfección de agua de riego por fotocátalisis solar: desarrollo experimental y resultados preliminares. *Gestión Ambiental*, 14, 1-13.
- Dhakshinamoorthy, A., Navalón, S., Mercedes, A. y García, H. (2012). Metal nanoparticles as heterogeneous Fenton catalysts. *CHEMSUSCHEM*, 5, 46-64.
- Gomathi, D., Munikrishnappa, C., Nagaral, B. y Eraia, R. (2013). Effect of chloride and sulfate ions on the advanced photo Fenton and modified photo Fenton degradation process of alizarin red. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 375, 125-131.
- Gosselin, F., Madeira, L., Juhna, T. y Block, J. (2013). Drinking water and biofilm disinfection by Fenton-like reaction. *Water Research*, 47, 5631-5638.
- Han, Y.F., Phonthammachai, N., Ramesh, K., Zhong, Z. y White, T. (2008). Removing organic compounds from aqueous medium via wet peroxidation by gold catalyst. *Journal of Environmental Science and Technology*, 42 (3), 908-912.
- Hincapié, M. G., Ocampo, D., Restrepo, G. y Marín, J. (2011). Fotocátalisis heterogénea y foto-Fenton aplicadas al tratamiento de aguas de lavado de la producción de biodiesel. *Información Tecnológica*, 22(2), 33-42.
- Iglesias, O., Gómez, J., Pazos, M. y Sanromán, M. (2014). Electro-Fenton oxidation of imidacloprid by Fe alginate gel beads. *Applied Catalysis B: Environmental*, 144, 416-424.
- ILSI, International Life Sciences Institute: (2008). *Considering Water Quality for Use in the Food Industry*. Belgium: ILSI Europe Report Series.
- IWA, International Water Association. (2004). *The Bonn Charter for safe drinking water*. London: Recuperado el 28 de enero de 2014: <http://iwahq.org/uploads/bonn%20charter/BonnCharter.pdf>.
- Jarvis, P., Parsons, S. y Smith, R. (2007). Modeling bromate formation during ozonation. *Ozone: Science and Engineering*, 29, 429 - 442.
- Jusic, S. y Ademovic, M. (2012). *Coagulation and flocculation in technology of drinking water treatment*. Sarajevo, Bosnia-Herzegovina: Energoinvest.
- Karaolia, P., Michael, I., García, F., Agüera, A., Malato, S., Fernández, I. y Fatta, K. D. (2014). Reduction of clarithromycin and sulfamethoxazole-resistant *Enterococcus* by pilot-scale solar-driven Fenton oxidation. *Science of the Total Environment*, 469, 19-27.
- Karci, A., Arslan, A. I. y Bekbolet, M. (2013). Oxidation of nonylphenol ethoxylates in aqueous solution by UV-C photolysis, H_2O_2 /UV-C, Fenton and photo-Fenton processes: are these processes toxicologically safe? *Water Science and Technology*, 68, 1801-1809.
- Kim, J., Lee, C., Sedlak, D., Yoon, J. y Nelson, K. (2010). Inactivation of MS2 coliphage by Fenton's reagent. *Water Research*, 44, 2647-2653.
- Kirby, R. M. (2003). Water in food production and precessing: quantity and quality concerns. *Food Control*, 14, 283-299.
- Klamerth, N., Malato, S., Agüera, A., Fernández, A. y Mailhot, G. (2012). Treatment of municipal wastewater treatment plant effluents with modified photo-Fenton as a tertiary treatment for the degradation of micro pollutants and disinfection. *Environmental Science and Technology*, 46, 2885-2892.
- Klamerth, N., Malato, S., Agüera, A. y Fernández, A. (2013). Photo-Fenton and modified photo-Fenton at neutral pH for the treatment of emerging contaminants in wastewater treatment plant effluents: A comparison. *Water Research*, 47, 833-840.
- Leclerc, H., Schwartzbord, L. y Cas, D. (2002). Microbial agents associated with waterborne diseases. *Critical Reviews in Microbiology*, 28(4), 371-409.
- Lim, H., Lee, J., Jin, S., Kim, J., Yoon, J. y Hyeon, T. (2006). Highly active heterogeneous Fenton catalyst using iron oxide nanoparticles immobilized in alumina coated mesoporous silica. *Chemical Communications*, 2006(4), 463-465. doi: 10.1039/B513517F
- Liu, H., Wang, C., Li, X., Xuan, X., Jiang, C. y Cui, H. (2007). A

- novel electro-Fenton process for water treatment: reaction-controlled pH adjustment and performance assessment. *Environmental Science and Technology*, 41, 2937-2942.
- Long, W. y Jin, X. (2012). Advanced oxidation processes for wastewater treatment: formation of hydroxyl radical and application. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 42(3), 251-325.
- Ma, J., Ma, W., Song, W., Chen, C., Tang, Y. y Zhao, J. (2006). Fenton degradation of organic pollutants in the presence of low-molecular-weight organic acids: cooperative effect of quinone and visible light. *Environmental Science and Technology*, 40, 618-624.
- Martínez, A. O., Ramírez, F. J. y Toledo, R. M. (2013). Total organic carbon removal from a chemical lab's wastewater using Fenton's reagent. *Ingeniería e Investigación*, 33(2), 30-35.
- Masomboon, N., Ratanatamskui, C. y Lu, M. C. (2009). Chemical oxidation of 2,6-dimethylaniline in the Fenton process. *Environmental Science and Technology*, 43, 8629-8634.
- Miralles, C., Audino, F., Oller, I., Sánchez, M., Sánchez, P. y Malato, S. (2014). Pharmaceuticals removal from natural water by nanofiltration combined with advanced tertiary treatments (solar photo-Fenton, photo-Fenton-like Fe(III)-EDDS complex and ozonation). *Separation and Purification Technology*, 122, 515-522.
- Moncayo, L. A., Rincon, A. G., Pulgarin, C. y Benitez, N. (2012). Significant decrease of THMs generated during chlorination of river water by previous photo-Fenton treatment at near neutral pH. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 229, 46-52.
- Ndounla, J., Kenfack, S., Wéthé, J. y Pulgarin, C. (2014). Relevant impact of irradiance (vs. dose) and evolution of pH and mineral nitrogen compounds during natural water disinfection by photo-Fenton in a solar CPC reactor. *Applied Catalysis B: Environmental*, 149, 144-153.
- Ndounla, J., Spuhler, D., Kenfack, S., Wéthé, J. y Pulgarin, C. (2013). Inactivation by solar photo-Fenton in pet bottles of wild enteric bacteria of natural well water: Absence of re-growth after one week of subsequent storage. *Applied Catalysis B: Environmental*, 129, 309-317.
- Ortega, G. E., Fernández, I. P., Ballestreros, M. M., Polo, L. M., Esteban, G. B. y Sánchez, P. J. (2012). Water disinfection using photo-Fenton: Effect of temperature on *Enterococcus faecalis* survival. *Water Research*, 46, 6154-6162.
- Outran, N., Zhou, M. y Outran, M. (2010). Metomyl degradation by electro-Fenton and electro-Fenton-like processes: A kinetics study of the effect of the nature and concentration of some transition metal ions as catalyst. *The Journal of Physical Chemistry A*, 39, 10605-10611.
- Pereira, C. R., da Rocha, S. L., Bogo, D., Jacques, B. A., Eiko, O. M., Blanco, M., Oliveira, S. C., Matos, M. C., Machulek, J. A. y Souza, F. V. (2013). Application of Fenton, photo-Fenton, solar photo-Fenton, and UV/H₂O₂ to degradation of the antineoplastic agent mitoxantrone and toxicological evaluation. *Environmental Science and Pollution Research*, 20, 2352-2361.
- Pignatello, J. J., Oliveros, E. y MacKay, A. (2006). Advanced oxidation processes for organic contaminant destruction based on the Fenton reaction and related chemistry. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 36(1), 1-84.
- Plakas, K., Karabelas, A., Sklari, S. y Zaspalis, V. (2013). Toward the development of a novel electro-Fenton system for eliminating toxic organic substances from water. Part 1. *In situ* generation of hydrogen peroxide. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 52, 13948-13956.
- Polo, L., Oller, I. y Fernández, I. (2013). Benefits of foto-Fenton at low concentrations for solar disinfection of distilled water. A case study: *Phytophthora capsici*. *Catalysis Today*, 209, 181-187.
- Price, S., Hadersman, K., Shen, J. y Walsh, S. (2012). Mycobactericidal activity of hydrogen peroxide activated by a novel heterogeneous Fenton's-like catalyst system. *Letters in Applied Microbiology*, 56, 83-87.
- Quiroz, M. A., Bandala, E. R. y Martínez-Huitle, C. A. (2011). Advanced oxidation processes (AOPs) for removal of pesticides from aqueous media. En M. Stoytcheva, *Pesticides - Formulations, Effects, Fate* (págs. 685 - 730). Vienna, Austria: InTech.
- Ramírez, J., Lampinen, M., Vicente, M., Costa, C. y Madeira, L. (2008). Experimental design to optimize the oxidation of orange II dye solution using a clay-based Fenton-like catalyst. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 47, 284-294.
- Ramírez, J., Maldonado, H. F., Pérez, C. A., Moreno, C. C., Costa, C. y Madeira, L. (2007). Azo-dye orange II degradation by heterogeneous Fenton-like reaction using carbon-Fe catalysts. *Applied Catalysis B: Environmental*, 75, 312-323.
- Ratpukdi, T., Casey, F., DeSutter, T. y Khan, E. (2011). Bromate formation by ozone-VUV in comparison with ozone and ozone-UV: Effects of pH, ozone dose, and VUV power. *Journal of Environmental Engineering*, 137(3), 187-195.

- Rincón, A. G. y Pulgarin, C. (2006). Comparative evaluation of Fe^{+3} and TiO_2 photo assisted processes in solar photocatalytic disinfection of water. *Applied Catalysis B: Environmental*, 63, 222-231.
- Rodriguez, C., Mostco, R., Ormad, M. y Ovelleiro, J. (2012). Factorial experimental design applied to *Escherichia coli* disinfection by Fenton and photo-Fenton processes. *Solar Energy*, 86, 3260-3267.
- Saatci, Y. (2010). Decolorization and mineralization of remazol red F3B by Fenton and photo-Fenton processes. *Journal of Environmental Engineering*, 136(9), 1000-1005.
- Salazar, S. y Ureta, Z. M. (2012). Mineralization of triadimefon fungicide in water by electro-Fenton and photo electro-Fenton. *Water, Air and Soil Pollution*, 223, 4199-4207.
- Samet, Y., Hmani, E. y Abdelhédi, R. (2012). Fenton and solar photo-Fenton processes for the removal of chlorpyrifos insecticide in wastewater. *Water Research Commission*, 38(4), 537-542.
- Secretaría de Salud. (1994). *Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano- Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización*.
- Secretaría de Salud. (2002). *Norma Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2002, Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias*.
- SEMARNAT. (1993). *Norma Oficial Mexicana NOM-CCA-031-ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y el tratamiento de aguas residuales*.
- SEMARNAT. (1996a). *Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales*.
- SEMARNAT. (1996b). *Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal*.
- SEMARNAT. (1997). *Norma Oficial Mexicana NOM-003-ECOL-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público*.
- Shaline, N. y Ademola, O. (2014). Treated wastewater effluent as a source of microbial pollution of surface water resources. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11, 249 - 270.
- Shu-Sung, L. y Mirat, D. G. (1998). Catalytic decomposition of hydrogen peroxide on iron oxide: kinetics, mechanism and implications. *Environmental Science and Technology*, 32(10), 1417 - 1423.
- Spuhler, D., Rengifo, H. J. y Pulgarin, C. (2010). The effect of Fe^{+2} , Fe^{+3} , H_2O_2 and the photo-Fenton reagent at near neutral pH on the solar disinfection (SODIS) at low temperatures of water containing *Escherichia coli* K12. *Applied Catalysis B: Environmental*, 96, 126-141.
- Vázquez del Mercado, A. R. y Buenfil, R. M. (2012). Huella hídrica de américa latina: Retos y oportunidades. *Aqua-LAC*, 4(1), 41-48.
- Wang, C., Liu, H. y Sun, Z. (2012). Heterogeneous photo-Fenton reaction catalyzed by nanosized iron oxides for water treatment. *International Journal of Photoenergy*, 2012, Article ID 801694, 10pages. doi:10.1155/2012/801694.
- Wang, J. y Xu, L. (2012). Advanced oxidation processes for wastewater treatment: formation of hydroxyl radical and application. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 42, 251-325.
- Wang, Q., Tian, S. y Ning, P. (2014). Degradation mechanism of methylene blue in a heterogeneous Fenton-like reaction catalyzed by ferrocen. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 53, 643-649.
- Westphal, K., Saliger, R., Jäger, D., Teevs, L. y Prübe, U. (2013). Degradation of clopyralid by the Fenton reaction. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 52, 13924-13929.
- Zeng, X. y Lemley, A. (2009). Fenton degradation of 4,6-dinitro-o-cresol with Fe^{2+} -substituted ion-exchange resin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 3689-3694.

8. 2. Decreto Supremo 007-96-SA “Reglamento sobre vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas”.

Aprobado: 24 de setiembre de 1998
Publicado: 25 de setiembre de 1998 SALUD

Aprueban el Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas

DECRETO SUPREMO N° 007-98-SA

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

CONSIDERANDO:

Que la Ley General de Salud N° 26842 establece las normas generales sobre vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas en protección de la salud;

Que para dar cumplimiento a lo dispuesto en la Ley General de Salud, es necesario normar las condiciones, requisitos y procedimientos higiénico-sanitarios a que debe sujetarse la producción, el transporte, la fabricación, el almacenamiento, el fraccionamiento, la elaboración y el expendio de alimentos y bebidas de consumo humano, así como los relativos al registro sanitario, a la certificación sanitaria de productos alimenticios con fines de exportación y a la vigilancia sanitaria de alimentos y bebidas;

Que es necesario adecuar, sustituir y derogar disposiciones administrativas que no se arreglan a la Ley General de Salud y leyes conexas, con el fin de unificar y armonizar las regulaciones actuales sobre vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas;

Que con el propósito de garantizar la producción y el suministro de alimentos y bebidas de consumo humano sanos e inocuos y facilitar su comercio seguro, se considera necesario incorporar a la legislación sanitaria los Principios Generales de Higiene de Alimentos recomendados por la Comisión del Codex Alimentarius;

De conformidad con lo dispuesto por la Ley N° 26842 y los Decretos Legislativos N°s. 560 y 584;

Estando a lo previsto en el Artículo 118, inciso 8), de la Constitución Política del Perú;

DECRETA:

Artículo 1. Apruébase el reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas que consta de nueve Títulos, diecinueve Capítulos, ciento veinticinco Artículos, diecisiete Disposiciones Complementarias, Transitorias y Finales y veintiocho Definiciones.

Artículo 2. El presente Decreto Supremo será refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros, el Ministro de Economía y Finanzas, el Ministro de Pesquería, el Ministro de Agricultura, el Ministro de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales y el Ministro de Salud, y rige a partir del día siguiente de su publicación.
Dado en la Casa de Gobierno en Lima, a los veinticuatro días del mes setiembre de mil novecientos noventa y ocho.

ALBERTO FUJIMORI FUJIMORI

Presidente Constitucional de la República

ALBERTO PANDOLFI ARBULU

Presidente del Consejo de Ministros

JORGE BACA CAMPODONICO

Ministro de Economía y Finanzas

LUDWIG MEIER CORNEJO

Ministro de Pesquería

RODOLFO MUÑANTE SANGUINETI

Ministro de Agricultura

GUSTAVO CAILLAUX ZAZZALI

Ministro de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales

MARINO COSTA BAUER

Ministro de Salud

**REGLAMENTO SOBRE VIGILANCIA Y CONTROL SANITARIO DE
ALIMENTOS Y BEBIDAS**

TITULO I	:	GENERALIDADES
TITULO II	:	DE LOS ORGANISMOS DE VIGILANCIA
TITULO III	:	DE LA PRODUCCION DE ALIMENTOS Y BEBIDAS
CAPITULO I	:	DE LOS ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL CAPITULO II
	:	DE LOS ALIMENTOS DE ORIGEN VEGETAL CAPITULO
III	:	DE LOS OTROS PRODUCTOS
TITULO IV	:	DE LA FABRICACION DE ALIMENTOS Y BEBIDAS

CAPITULO I	:	DE LA ESTRUCTURA FISICA E INSTALACIONES DE LAS FABRICAS
CAPITULO II	:	DE LA DISTRIBUCION DE AMBIENTES Y UBICACION DE EQUIPOS
CAPITULO III	:	DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA, DISPOSICION DE AGUAS SERVIDAS Y RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS
CAPITULO IV	:	DE LOS ASPECTOS OPERATIVOS
CAPITULO V LOS LOCALES	:	DE LA HIGIENE DEL PERSONAL Y SANEAMIENTO DE
CAPITULO VI	:	DEL CONTROL DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD
CAPITULO VII	:	DE LAS MATERIAS PRIMAS, ADITIVOS ALIMENTARIOS Y ENVASES
CAPITULO VIII	:	DE LA INSPECCION SANITARIA A FABRICAS
TITULO V ALIMENTO	:	DEL ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE Y BEBIDAS
CAPITULO I	:	DEL ALMACENAMIENTO
CAPITULO II	:	DEL TRANSPORTE
TITULO VI	:	DE LA COMERCIALIZACION, ELABORACION Y EXPENDIO DE ALIMENTOS Y BEBIDAS
CAPITULO I	:	DE LA COMERCIALIZACION
CAPITULO II	:	DE LA ELABORACION Y EXPENDIO
CAPITULO III	:	DE LOS MANIPULADORES DE ALIMENTOS
TITULO VII	:	DE LA EXPORTACION DE ALIMENTOS Y BEBIDAS
TITULO VIII BEBIDAS	:	DEL REGISTRO SANITARIO DE ALIMENTOS Y INDUSTRIALIZADOS
CAPITULO I	:	DEL REGISTRO

CAPITULO II : DEL ROTULADO CAPITULO III : DE LOS
ENVASES

TITULO IX : DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD, INFRACCIONES
Y SANCIONES

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS, TRANSITORIAS Y FINALES

TITULO I

GENERALIDADES

Artículo 1. Con arreglo a lo dispuesto por la Ley General de Salud, N° 26842, y en concordancia con los Principios Generales de Higiene de Alimentos del Codex Alimentarius, el presente reglamento establece:

- a) Las normas generales de higiene así como las condiciones y requisitos sanitarios a que deberán sujetarse la producción, el transporte, la fabricación, el almacenamiento, el fraccionamiento, la elaboración y el expendio de los alimentos y bebidas de consumo humano con la finalidad de garantizar su inocuidad.
- b) Las condiciones, requisitos y procedimientos a que se sujetan la inscripción, la reinscripción, la modificación, la suspensión y la cancelación del Registro Sanitario de alimentos y bebidas.
- c) Las condiciones, requisitos y procedimientos para la certificación sanitaria de productos alimenticios y la habilitación de establecimientos con fines de exportación.
- d) Las normas a que se sujeta la vigilancia sanitaria de las actividades y servicios vinculados a la producción y circulación de productos alimenticios.
- e) Las medidas de seguridad sanitaria así como las infracciones y sanciones aplicables.

Todas las personas naturales y jurídicas que participan o intervienen en cualquiera de los procesos u operaciones que involucra el desarrollo de las actividades y servicios relacionados con la producción y circulación de productos alimenticios, están comprendidas dentro de los alcances del presente reglamento.

- Artículo 2.** Todo alimento y bebida, o materia prima destinada a su elaboración, deberá responder en sus caracteres organolépticos, composición química y condiciones microbiológicas a los estándares establecidos en la norma sanitaria correspondiente.

TITULO II

DE LOS ORGANISMOS DE VIGILANCIA SANITARIA

- Artículo 3.** Vigilancia sanitaria de la producción de alimentos de origen animal y vegetal

La vigilancia sanitaria de la crianza de animales destinados al consumo humano, la sanidad animal para la producción de leche, carne y huevos, así como la vigilancia sanitaria de la producción de vegetales para consumo humano, están a cargo del Ministerio de Agricultura.

- Artículo 4.** Vigilancia sanitaria de los productos hidrobiológicos

La vigilancia sanitaria de la captura, extracción o recolección, transporte y procesamiento de productos hidrobiológicos, así como de las condiciones higiénicas de los lugares de desembarque de dichos productos está a cargo del Ministerio de Pesquería.

- Artículo 5.** Vigilancia sanitaria de los establecimientos de fabricación, almacenamiento y fraccionamiento de alimentos y bebidas y de servicios de alimentación de pasajeros en los medios de transporte

La vigilancia sanitaria de los establecimientos industriales de fabricación de alimentos y bebidas, con excepción de los dedicados al procesamiento de productos hidrobiológicos, así como la vigilancia sanitaria de los establecimientos de almacenamiento y fraccionamiento de alimentos y bebidas y los servicios de alimentación de pasajeros en los medios de transporte están a cargo del Ministerio de Salud.

Las dependencias desconcentradas de salud de nivel territorial, cuando corresponda, ejercen por delegación del Ministerio de Salud la vigilancia de dichos establecimientos y servicios.

Artículo 6. Vigilancia sanitaria de los establecimientos de comercialización y de elaboración y expendio de alimentos y bebidas

La vigilancia sanitaria del transporte de alimentos y bebidas, así como la vigilancia de los establecimientos de comercialización, elaboración y expendio de alimentos y bebidas, con excepción de los establecimientos dedicados a su fraccionamiento y de los servicios de alimentación de pasajeros en los medios de transporte, están a cargo de las municipalidades.

Corresponde a estas entidades la vigilancia sanitaria de la elaboración y expendio de alimentos y bebidas en la vía pública, así como vigilar el cumplimiento de lo dispuesto en el Artículo 15 de este reglamento.

Artículo 7. Vigilancia de la calidad sanitaria e inocuidad de los alimentos y bebidas industrializados

La vigilancia de la calidad sanitaria e inocuidad de los alimentos y bebidas sujetos a Registro Sanitario está a cargo del Ministerio de Salud.

Artículo 8. Vigilancia en materia de rotulado y publicidad de alimentos y bebidas

La vigilancia en materia de rotulado y publicidad de alimentos y bebidas está a cargo del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI.

TITULO III

DE LA PRODUCCION DE ALIMENTOS Y BEBIDAS

CAPITULO I

De los alimentos de origen animal

Artículo 9. Cuidados en la crianza de animales

La crianza de animales destinados al consumo humano deberá efectuarse cumpliendo con las normas sanitarias y las medidas de sanidad animal.

Los animales muertos por enfermedad o accidente deberán disponerse sanitariamente, prohibiéndose su comercialización y consumo.

Artículo 10. Producción de carne

Las condiciones sanitarias en la producción de carne para el consumo humano se sujetan a las normas que dicta el Ministerio de Agricultura previa coordinación con el Ministerio de Salud.

Para efectos del presente reglamento, se entiende que la producción de carne incluye las actividades de cría, alimentación, transporte de animales en pie, beneficio, almacenamiento, transporte y comercialización de carnes y menudencias.

Artículo 11. Calidad de alimentos para los animales de consumo

Los animales destinados al consumo humano, deberán criarse de acuerdo con las buenas prácticas avícolas y ganaderas, no debiendo suministrárseles alimentos que puedan contener:

- a) Agentes patógenos de procedencia humana o animal. Medicamentos veterinarios, plaguicidas, sustancias químicas agrícolas u otras sustancias químicas en cantidades y tiempos de exposición capaces de producir un nivel de residuos en la carne fresca, superior a los límites máximos establecidos por el Codex Alimentarius.

Artículo 12. Inspección veterinaria

Toda carne destinada al consumo humano directo o para industrialización deberá proceder de camales autorizados y deberá haber sido declarada apta para el consumo por el médico veterinario responsable.

Artículo 13. Transporte de animales

Los animales destinados al consumo humano se deberán transportar evitando que se contaminen o sufran daño.

Para este propósito, el transporte de animales deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Disponer facilidades para la carga y descarga de los animales.
- b) Los animales de diferentes especies serán separados durante el transporte para que no se lesionen.
- c) Los vehículos de transporte deberán estar provistos de ventilación adecuada.
- d) Si los animales son transportados en dos niveles, el piso de la plataforma

superior deberá ser impermeable.

- e) Los vehículos de transporte se mantendrán en buen estado de conservación e higiene, debiendo ser lavados y desinfectados antes de la carga y después de la descarga de los animales.

El Ministerio de Agricultura dicta las disposiciones específicas sobre transporte de animales al camal y vigila su cumplimiento.

Artículo 14.- Camales

La construcción, apertura y funcionamiento de los camales, el procedimiento para la inspección ante y posmortal, así como el decomiso y la condena, se sujetan a las normas aprobadas por el Ministerio de Agricultura.

Artículo 15. Crianza de porcinos

Se prohíbe la alimentación de ganado porcino con restos de alimentos provenientes de la basura y de áreas infectocontagiosas de los hospitales.

El ganado porcino podrá ser alimentado con restos de comida procedentes de servicios de alimentación, siempre que tales restos se sometan a tratamiento térmico. Dicho tratamiento deberá mantenerse por cinco (5) minutos desde que empieza la ebullición. El criador deberá contar para el efecto con el equipo necesario.

Queda prohibida la crianza de porcinos a campo abierto para evitar que se alimenten con basura y/o materia fecal.

Los animales criados en condiciones insalubres serán objeto de decomiso y destino final por la autoridad municipal.

Artículo 16. Producción de huevos

En la producción de huevos deberá observarse las medidas de sanidad adecuadas para prevenir el riesgo de transmisión de enfermedades por este producto. Para este efecto, el Ministerio de Agricultura, en coordinación con el Ministerio de Salud, elabora y difunde las Buenas Prácticas Avícolas.

Artículo 17. Producción de leche

La producción de leche en establos deberá efectuarse cumpliendo las normas de sanidad animal que dicta el Ministerio de Agricultura.

Artículo 18. Calidad sanitaria e inocuidad de la leche

Los parámetros de calidad sanitaria e inocuidad de la leche se establecen en la norma sanitaria que para cada tipo de producto lácteo expide el Ministerio de Salud.

Artículo 19. Restricciones para la captura, extracción o recolección de productos hidrobiológicos.

Se prohíbe la captura, extracción o recolección de productos hidrobiológicos destinados al consumo humano directo, utilizando sistemas de pesca con o sin embarcación, en zonas afectadas por descargas de aguas servidas, tanto de índole doméstica como industrial. Esta prohibición rige para las áreas comprendidas dentro de un radio de dos (2) millas marinas del punto de descarga del colector.

Cuando se compruebe que los productos hidrobiológicos proceden de áreas afectadas por tales emisiones, corresponde al Ministerio de Pesquería decomisar y destruir dichos productos. Los infractores serán sancionados por el Ministerio de Pesquería de acuerdo a lo dispuesto en la Ley General de Pesca y su reglamento.

Artículo 20. Transporte de productos hidrobiológicos

El transporte de los productos hidrobiológicos desde la zona de captura, extracción o recolección, se hará en condiciones tales que no los expongan a contaminación o deterioro. Para este fin, las embarcaciones deben proveer las instalaciones y los medios necesarios para la conservación del producto. Al final de cada faena las bodegas, cubiertas y equipos, así como los envases utilizados a bordo, deben ser lavados y desinfectados.

Artículo 21 Lugares de desembarque de productos hidrobiológicos

Los lugares de desembarque de los productos hidrobiológicos deben ofrecer el espacio suficiente para la adecuada manipulación del producto y mantener su calidad sanitaria e inocuidad. Dichos lugares deben contar con suministro de agua potable en cantidad suficiente y de hielo para la conservación del producto.

Artículo 22. Manejo de los productos hidrobiológicos

Los productos hidrobiológicos, desde su captura, extracción o recolección hasta su venta al público o entrega a la planta procesadora, deben manipularse, conservarse y transportarse a temperaturas cercanas a 0°C. Para el efecto, podrán utilizarse cajas con hielo o vehículos de transporte isotérmicos con hielo o refrigerados.

Cuando las plantas procesadoras tengan sistemas de descarga directa de embarcación a planta, los productos podrán ser depositados en pozas que dispongan de sistemas de preservación apropiados para evitar el deterioro o la alteración del producto.

CAPITULO II

De los alimentos de origen vegetal

Artículo 23. Producción de vegetales

La producción de vegetales para el consumo humano debe ceñirse a las Buenas Prácticas Agrícolas que dicta el Ministerio de Agricultura.

Artículo 24. Prohibición del riego con aguas servidas

Queda prohibido el uso de aguas servidas, tratadas o sin tratar, para el riego de vegetales rastreros y de tallo corto de consumo crudo, así como de frutales rastreros.

Artículo 25. Manipulación frutas y hortalizas

El transporte, almacenamiento y comercialización de frutas que se consumen con cáscara y de hortalizas se efectuará en cajas, canastas, sacos u otros envases apropiados que eviten el contacto de las mismas con el suelo o plataforma del transporte.

Queda prohibido el refrescamiento de las hortalizas con aguas provenientes de acequias o de cualquier otra fuente que no garantice su potabilidad.

Las municipalidades son las encargadas de vigilar el cumplimiento de esta disposición.

Artículo 26 Residuos de plaguicidas y prevención de hongos

En la producción y cosecha de vegetales de consumo humano, deben adoptarse las medidas necesarias para asegurar que los residuos de plaguicidas agrícolas presentes en éstos no excedan los límites máximos establecidos por el Codex Alimentarius.

En la cosecha y almacenamiento de vegetales, especialmente cereales y semillas, deben así mismo, adoptarse las medidas necesarias para prevenir la presencia de hongos, particularmente los generadores de toxinas, así como la exposición a otras sustancias contaminantes.

Artículo 27. Maduración forzada de frutas

Queda prohibido utilizar sustancias, con el propósito de acelerar o provocar la madurez forzada de las frutas, que entrañen riesgo, peligro o daño para la salud de los consumidores.

CAPITULO III

De los otros productos

Artículo 28. Sal para el consumo

La sal para el consumo humano debe estar libre de nitritos y de cualquier otra sustancia tóxica o peligrosa que determine la norma sanitaria y debe contener agregados de yodo y flúor en la proporción que fije el Ministerio de Salud.

Artículo 29. Calidad sanitaria del hielo

El hielo destinado al consumo directo y a la conservación de productos alimenticios, debe ser elaborado con agua potable y en establecimientos que cumplan con las disposiciones contenidas en el Título IV del presente reglamento.

El hielo producido debe cumplir con los requisitos físicos, químicos y bacteriológicos para el agua de consumo humano señalados en la norma que dicta el Ministerio de Salud.

TITULO IV

DE LA FABRICACION DE ALIMENTOS Y BEBIDAS

CAPITULO I

De la estructura física e instalaciones de las fábricas

Artículo 30. Ubicación de las fábricas

Las fábricas de alimentos y bebidas no deberán instalarse a menos de 150 metros del lugar en donde se encuentre ubicado algún establecimiento o actividad que por las operaciones o tareas que realizan ocasionen la proliferación de insectos, desprendan polvo, humos, vapores o malos olores, o sean fuente de contaminación para los productos alimenticios que fabrican. Igual limitación rige para las actividades y establecimientos a que se refiere el párrafo precedente en el caso que en el lugar donde pretendan instalarse se encuentre ubicada una fábrica de alimentos y bebidas.

Los terrenos que hayan sido rellenos sanitarios, basurales, cementerios, pantanos o que están expuestos a inundaciones, no pueden ser destinados a la construcción de establecimientos que se dediquen a la fabricación de alimentos y bebidas.

Las municipalidades verificarán el cumplimiento de lo dispuesto en la presente disposición, al momento de otorgar la licencia municipal respectiva.

Artículo 31. Exclusividad del local

Los locales destinados a la fabricación de alimentos y bebidas no tendrán conexión directa con viviendas ni con locales en los que se realicen actividades distintas a este tipo de industria.

Artículo 32. Vías de acceso

Las vías de acceso y áreas de desplazamiento que se encuentran dentro del recinto del establecimiento deben tener una superficie pavimentada apta para el tráfico al que están destinadas.

Artículo 33. Estructura y acabados

La estructura y acabado de los establecimientos dedicados a la fabricación de alimentos y bebidas deben ser construidos con materiales impermeables y resistentes a la acción de los roedores.

En las salas de fabricación o producción:

- a) Las uniones de las paredes con el piso deberán ser a mediacaña para facilitar su lavado y evitar la acumulación de elementos extraños.
- b) Los pisos tendrán un declive hacia canaletas o sumideros convenientemente dispuestos para facilitar el lavado y el escurrimiento de líquidos.
- c) Las superficies de las paredes serán lisas y estarán recubiertas con pintura lavable de colores claros.
- d) Los techos deberán proyectarse, construirse y acabarse de manera que sean fáciles de limpiar, impidan la acumulación de suciedad y se reduzca al mínimo la condensación de agua y la formación de mohos.
- e) Las ventanas y cualquier otro tipo de abertura deberán estar construidas de forma que impidan la acumulación de suciedad y sean fáciles de limpiar y deberán estar provistas de medios que eviten el ingreso de insectos u otros animales.

El reacondicionamiento de locales ya construidos se sujeta a lo establecido en la presente disposición.

Artículo 34. Iluminación

Los establecimientos industriales deben tener iluminación natural adecuada. La iluminación natural puede ser complementada con iluminación artificial en aquellos casos en que sea necesario, evitando que genere sombras, reflejo o encandilamiento.

La intensidad, calidad y distribución de la iluminación natural y artificial, deben ser adecuadas al tipo de trabajo, considerando los niveles mínimos de iluminación siguientes:

- a) 540 LUX en las zonas donde se realice un examen detallado del producto.
- b) 220 LUX en las salas de producción.
- c) 110 LUX en otras zonas.

Artículo 35. Ventilación

Las instalaciones de la fábrica deben estar provistas de ventilación adecuada para evitar el calor excesivo así como la condensación de vapor de agua y

permitir la eliminación de aire contaminado. La corriente de aire no deberá desplazarse desde una zona sucia a otra limpia. Las aberturas de ventilación deben estar provistas de rejillas u otras protecciones de material anticorrosivo, instaladas de manera que puedan retirarse fácilmente para su limpieza.

CAPITULO II

De la distribución de ambientes y ubicación de equipos

Artículo 36. Distribución de los ambientes

Las instalaciones de las fábricas de alimentos y bebidas deben tener una distribución de ambientes que evite la contaminación cruzada de los productos por efecto de la circulación de equipos rodantes o del personal y por la proximidad de los servicios higiénicos a las salas de fabricación.

Artículo 37. Material de equipo y utensilios

El equipo y los utensilios empleados en la manipulación de alimentos, deben estar fabricados de materiales que no produzcan ni emitan sustancias tóxicas ni impregnen a los alimentos y bebidas de olores o sabores desagradables; que no sean absorbentes; que sean resistentes a la corrosión y sean capaces de soportar repetidas operaciones de limpieza y desinfección. Las superficies de los equipos y utensilios deben ser lisas y estar exentas de orificios y grietas.

Artículo 38. Diseño higiénico del equipo y utensilios

El equipo y los utensilios deben estar diseñados de manera que permitan su fácil y completa limpieza y desinfección. La instalación del equipo fijo debe permitir su limpieza adecuada.

Artículo 39. Equipo de refrigeración

Todos los ambientes refrigerados deben estar dotados de dispositivos para la medición y registro de la temperatura. Dichos dispositivos deben colocarse en lugar visible y mantenerse en buenas condiciones de conservación y funcionamiento.

CAPITULO III

Del abastecimiento de agua, disposición de aguas servidas y recolección de residuos sólidos

Artículo 40. Abastecimiento de agua

En la fabricación de alimentos y bebidas sólo se utilizará agua que cumpla con los requisitos físico-químicos y bacteriológicos para aguas de consumo humano señalados en la norma que dicta el Ministerio de Salud.

Las fábricas se abastecerán de agua captada directamente de la red pública o de pozo y los sistemas que utilice para el almacenamiento del agua deberán ser contruidos, mantenidos y protegidos de manera que se evite la contaminación del agua.

Los conductores de fábricas de alimentos y bebidas deberán prever sistemas que garanticen una provisión permanente y suficiente de agua en todas sus instalaciones.

Artículo 41. Reuso de aguas servidas industriales tratadas

Las fábricas de alimentos y bebidas pueden recuperar las aguas servidas industriales y reusarlas, previo tratamiento, en el prelavado de envases. Excepcionalmente, previa autorización de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, podrá usarse en el lavado final de envases, siempre que el sistema de tratamiento empleado garantice la obtención de agua que cumple con los requisitos físico-químicos y bacteriológicos para aguas de consumo humano.

Artículo 42. Disposición de aguas servidas

La disposición de las aguas servidas deberá efectuarse con arreglo a las normas sobre la materia.

Artículo 43. Recolección y disposición de residuos sólidos

Los residuos sólidos deben estar contenidos en recipientes de plástico o metálicos adecuadamente cubiertos o tapados.

La disposición de los residuos sólidos se hará conforme a lo dispuesto en las normas sobre aseo urbano que dicta el Ministerio de Salud.

CAPITULO IV

De los aspectos operativos

Artículo 44. Flujo de procesamiento

Para prevenir el riesgo de contaminación cruzada de los productos, la fabricación de alimentos y bebidas deberá seguir un flujo de avance en etapas nítidamente separadas, desde el área sucia hacia el área limpia. No se permitirá en el área limpia la circulación de personal, de equipo, de utensilios, ni de materiales e instrumentos asignados o correspondientes al área sucia.

Artículo 45. Cámaras de enfriamiento

Las fábricas de alimentos y bebidas que elaboran productos de fácil descomposición deben estar dotadas de cámaras de enfriamiento.

Artículo 46. Instalaciones y equipos accesorios o complementarios

Toda instalación o equipo accesorio o complementario a la fabricación de alimentos y bebidas, susceptible de provocar la contaminación de los productos, debe ubicarse en ambientes separados de las áreas de producción.

Artículo 47. Dispositivos de seguridad y control

Los equipos utilizados en la fabricación, destinados a asegurar la calidad sanitaria del producto, deben estar provistos de dispositivos de seguridad, control y registro que permitan verificar el cumplimiento de los procedimientos del tratamiento aplicado.

Artículo 48. Cuidados en la sala de fabricación

En las salas destinadas a la fabricación del producto no se podrá tener ni guardar otros productos, Artículos, implementos o materiales extraños o ajenos a los productos que se elaboran en dichos ambientes.

CAPITULO V

De la higiene del personal y saneamiento de los locales

Artículo 49. Estado de salud del personal

El personal que interviene en las labores de fabricación de alimentos y bebidas, o que tenga acceso a la sala de fabricación, no deberá ser portador de enfermedad infectocontagiosa ni tener síntomas de ellas, lo que será cautelado permanentemente por el empleador.

Artículo 50. Aseo y presentación del personal

El personal que labora en las salas de fabricación de alimentos y bebidas debe estar completamente aseado. Las manos no deberán presentar cortes, ulceraciones ni otras afecciones a la piel y las uñas deberán mantenerse limpias, cortas y sin esmalte. El cabello deberá estar totalmente cubierto. No deberán usarse sortijas, pulseras o cualquier otro objeto de adorno cuando se manipule alimentos.

Dicho personal debe contar con ropa de trabajo de colores claros proporcionada por el empleador y dedicarla exclusivamente a la labor que desempeña. La ropa constará de gorra, zapatos, overol o chaqueta y pantalón y deberá mostrarse en buen estado de conservación y aseo.

Cuando las operaciones de procesamiento y envasado del producto se realicen en forma manual, sin posterior tratamiento que garantice la eliminación de cualquier posible contaminación proveniente del manipulador, el personal que interviene en éstas debe estar dotado de mascarilla y guantes. El uso de guantes no exime el lavado de manos.

El personal que interviene en operaciones de lavado de equipo y envases debe contar, además, con delantal impermeable y botas.

Artículo 51. Personal de mantenimiento

El personal asignado a la limpieza y mantenimiento de las áreas de fabricación de alimentos y bebidas, aun cuando corresponda a un servicio de terceros, debe cumplir con las disposiciones sobre aseo, vestimenta y presentación del personal establecido en el Artículo precedente. La vestimenta será del mismo tipo, pero de diferente color.

Artículo 52. Capacitación en higiene de alimentos

Los conductores de los establecimientos dedicados a la fabricación de alimentos y bebidas deben adoptar las disposiciones que sean necesarias para que el personal que interviene en la elaboración de los productos reciba instrucción adecuada y continua sobre manipulación higiénica de alimentos y bebidas y sobre higiene personal.

Artículo 53. Vestuario para el personal

Los establecimientos de fabricación de alimentos y bebidas deben facilitar al personal que labora en las salas de fabricación o que está asignado a la limpieza y mantenimiento de dichas áreas, aun cuando pertenezca a un servicio de terceros, espacios adecuados para el cambio de vestimenta, así como disponer facilidades para depositar la ropa de trabajo y de diario de manera que unas y otras no entren en contacto.

Artículo 54. Servicios higiénicos del personal

Los establecimientos dedicados a la fabricación de alimentos y bebidas deben estar provistos de servicios higiénicos para el personal y mantenerse en buen estado de conservación e higiene, conforme a la siguiente relación:

- a) De 1 a 9 personas: 1 inodoro, 2 lavatorios, 1 ducha, 1 urinario.
- b) De 10 a 24 personas: 2 inodoros, 4 lavatorios, 2 duchas, 1 urinario.
- c) De 25 a 49 personas: 3 inodoros, 5 lavatorios, 3 duchas, 2 urinarios.
- d) De 50 a 100 personas: 5 inodoros, 10 lavatorios, 6 duchas, 4 urinarios.
- e) Más de 100 personas: 1 aparato sanitario adicional por cada 30 personas.

Los inodoros, lavatorios y urinarios deben ser de loza.

Artículo 55. Facilidades para el lavado y desinfección de manos

Toda persona que labora en la zona de fabricación del producto debe, mientras está de servicio, lavarse las manos con agua y jabón, antes de iniciar el trabajo, inmediatamente después de utilizar los servicios higiénicos y de manipular material sucio o contaminado, así como todas las veces que sea necesario. Deberá lavarse y desinfectarse las manos inmediatamente después de haber manipulado cualquier material que pueda transmitir enfermedades.

Se colocarán avisos que indiquen la obligación de lavarse las manos. Deberá haber un control adecuado para garantizar el cumplimiento de este requisito.

Artículo 56. Limpieza y desinfección del local

Inmediatamente después de terminar el trabajo de la jornada o cuantas veces sea conveniente, deberán limpiarse minuciosamente los pisos, las estructuras auxiliares y las paredes de las zonas de manipulación de alimentos.

Deben tomarse las precauciones que sean necesarias para impedir que el alimento sea contaminado cuando las salas, el equipo y los utensilios se limpien o desinfecten con agua y detergente o con desinfectante.

Los desinfectantes deben ser apropiados al fin perseguido, debiendo eliminarse después de su aplicación cualquier residuo de modo que no haya posibilidad de contaminación de los alimentos.

La fábrica debe disponer de un programa de limpieza y desinfección, el mismo que será objeto de revisión y comprobación durante la inspección.

Los implementos de limpieza destinados al área de fabricación deben ser de uso exclusivo de la misma. Dichos implementos no podrán circular del área sucia al área limpia.

Artículo 57. Control de las plagas y del acceso de animales

Los establecimientos deben conservarse libres de roedores e insectos. Para impedir el ingreso de roedores e insectos desde los colectores, en las cajas y buzones de inspección de las redes de desagüe se colocarán tapas metálicas y, en las canaletas de recolección de las aguas de lavado, rejillas metálicas y trampas de agua en su conexión con la red de desagüe.

La aplicación de rodenticidas, insecticidas y desinfectantes debe efectuarse tomando las previsiones del caso para evitar la contaminación del producto alimenticio.

Deben adoptarse las medidas que impidan el ingreso al establecimiento de animales domésticos y silvestres.

CAPITULO VI

Del control de calidad sanitaria e inocuidad

Artículo 58. Control de calidad sanitaria e inocuidad

Toda fábrica de alimentos y bebidas debe efectuar el control de calidad sanitaria e inocuidad de los productos que elabora. Dicho control se sustentará en el Sistema de Análisis de Riesgos y de Puntos de Control Críticos (HACCP), el cual será el patrón de referencia para la vigilancia sanitaria.

Artículo 59. Procedimiento para la aplicación del sistema HACCP

La aplicación del sistema HACCP en la industria de alimentos y bebidas, se hará con arreglo al siguiente procedimiento:

- a) El fabricante debe preparar el Plan HACCP correspondiente al proceso de fabricación del producto o productos que elabora, ciñéndose para el efecto a la norma sanitaria aplicable al producto o productos de que se trate así como a la norma que regula la aplicación del sistema HACCP en la fabricación de alimentos y bebidas. Una vez elaborado y validado en planta por el propio fabricante, éste deberá aplicar el Plan al proceso de fabricación de sus productos.
- b) El interesado entregará al organismo encargado de la vigilancia sanitaria de la fabricación de alimentos y bebidas una copia del Plan HACCP, para fines de validación técnica oficial e inspección periódica.
- c) El Plan HACCP elaborado por el fabricante debe ser objeto de validación técnica en planta por el organismo responsable de la vigilancia sanitaria de la fabricación de alimentos y bebidas. Dicha validación tiene por finalidad verificar la idoneidad del Plan HACCP y su efectiva aplicación en el proceso de fabricación.

En el acta correspondiente deberá constar, si las hubiere, el detalle de las observaciones resultantes de la validación técnica realizada así como el plazo que se le extiende al fabricante para su subsanación. Vencido el plazo otorgado, el organismo de vigilancia sanitaria verificará en planta la subsanación de las observaciones efectuadas. En caso que el fabricante no haya subsanado dichas observaciones, se procederá, de ser el caso, a aplicar las medidas sanitarias a que hubiere lugar.

El costo que demande la validación técnica oficial del Plan HACCP en el proceso de fabricación será asumido por el fabricante.

- d) El fabricante deberá efectuar periódicamente todas las verificaciones que sean necesarias para corroborar la correcta aplicación del Plan HACCP en el proceso de fabricación.

Adicionalmente, cada vez que ocurran cambios en las operaciones de producción, en la formulación del producto, en la información relevante sobre el análisis de riesgos, en los puntos de control críticos y en todos los demás casos que la norma que regula la aplicación del sistema HACCP lo

establezca, el fabricante efectuará verificaciones orientadas a determinar si el Plan HACCP es apropiado porque cumple globalmente los requerimientos del sistema HACCP o si, por el contrario, requiere modificaciones y reevaluación.

El seguimiento de la aplicación del sistema HACCP en las fábricas formará parte de las inspecciones periódicas que efectúe el organismo responsable de la vigilancia sanitaria de las fábricas de alimentos y bebidas. Las inspecciones sanitarias incluirán una evaluación general de los riesgos potenciales asociados a las actividades u operaciones de la fábrica respecto de la inocuidad de los productos que elabora y atenderán especialmente los puntos de control críticos.

Artículo 60. Registro de información

Las fábricas de alimentos y bebidas están obligadas a diseñar y mantener toda la documentación relacionada con el registro de la información que sustenta la aplicación del Plan HACCP. Los procedimientos de control y seguimiento de puntos críticos aplicados y omitidos, consignando los resultados obtenidos y las medidas correctivas adoptadas con el fin de recuperar el control de los puntos críticos, deberán estar registrados en forma precisa y eficiente y deberán estar consolidados en un expediente que estará a disposición del organismo de vigilancia sanitaria competente cuando éste lo requiera.

Artículo 61. Responsabilidad del fabricante

El fabricante y el profesional encargado del control de calidad son solidariamente responsables de la calidad sanitaria e inocuidad de los alimentos y bebidas que son liberados para su comercialización.

CAPITULO VII

De las materias primas, aditivos alimentarios y envases

Artículo 62. Calidad sanitaria de las materias primas y aditivos alimentarios

Las materias primas y aditivos destinados a la fabricación de alimentos y bebidas deben satisfacer los requisitos de calidad sanitaria establecidos en las normas sanitarias que dicta el Ministerio de Salud.

Artículo 63. Aditivos permitidos

Queda prohibido el empleo de aditivos alimentarios que no estén comprendidos en la lista de aditivos permitidos por el Codex Alimentarius. Tratándose de aromatizantes-saborizantes están, además, permitidos los aceptados por la Food And Drug Administration de los Estados Unidos de Norteamérica (FDA), la Unión Europea y la Flavor And Extractive Manufacturing Association (FEMA).

En las instalaciones de las fábricas de alimentos y bebidas no podrá tenerse aditivos alimentarios no permitidos.

Artículo 64. Envases

Los envases para uso de alimentos y bebidas y sus materias primas se ajustarán a lo dispuesto en los Artículos 118 y 119 del presente reglamento.

Queda prohibido el uso de envases que hayan sido utilizados para contener productos distintos a los alimentos y bebidas de consumo humano. Podrán reusarse envases retornables de alimentos y bebidas, siempre que sea posible someterlos a un proceso de lavado y esterilización y de manera que como resultado de éste se mantengan los estándares de inocuidad del envase.

CAPITULO VIII

De la inspección sanitaria a fábricas

Artículo 65. Procedimiento de la inspección sanitaria

La inspección sanitaria a las fábricas de alimentos y bebidas, así como la toma de muestras para el análisis de los productos elaborados, serán realizadas de conformidad con las guías de inspección que aprueba el Ministerio de Salud o, cuando corresponda por el Ministerio de Pesquería.

Artículo 66. Facilidades para la inspección sanitaria

El propietario, el administrador o la persona responsable de la fábrica está obligado a prestar las facilidades para el desarrollo de la inspección y toma de muestras.

Artículo 67. Facultades del inspector

Los inspectores están facultados para efectuar las siguientes acciones:

- a) Evaluar las condiciones higiénico-sanitarias de las fábricas de alimentos y

bebidas.

- b) Tomar, cuando corresponda, muestras de los productos para su análisis. El fabricante, está obligado, cuando se le requiera, a facilitar el muestreo correspondiente.
- c) Exigir la rectificación de las prácticas de fabricación, almacenamiento y despacho que hayan sido observadas como inadecuadas.
- d) Inmovilizar, incautar y decomisar productos con defectos de calidad sanitaria, contaminados, alterados o adulterados.
- e) Cerrar temporalmente el establecimiento cuando las condiciones sanitarias o técnicas en las que opera impliquen un grave e inminente riesgo para la salud del consumidor.
- f) Disponer la exclusión de los manipuladores de alimentos de la sala de fabricación cuando su estado de salud constituya un riesgo de contaminación para los alimentos.

Cuando en el acto de la inspección se disponga la aplicación de una medida de seguridad, el inspector deberá, bajo responsabilidad, elevar el acta correspondiente en un plazo no mayor de veinticuatro (24) horas de realizada la inspección al titular del órgano competente a fin de que éste ratifique, modifique o suspenda la medida adoptada.

Tratándose de fábricas de procesamiento de productos hidrobiológicos la aplicación de las acciones previstas en el literal e) de la presente disposición se sujetará al procedimiento establecido en las normas que dicta el Ministerio de Pesquería.

Artículo 68. Formulación del acta de inspección

Una vez concluida la inspección, el inspector, levantará el acta correspondiente por triplicado, con indicación de lugar, fecha y hora de la inspección, el detalle de las deficiencias encontradas y las recomendaciones formuladas, así como los plazos para subsanarlas. Se hará constar en el acta los descargos del propietario, administrador o responsable del establecimiento.

El acta será firmada por el inspector y la persona responsable del establecimiento. En caso que éste se negará a hacerlo, se dejará constancia en el acta sin que ello afecte la validez de la misma.

Artículo 69. Destino de los productos no aptos

La disposición final y/o destrucción de un alimento o bebida inapto para el consumo humano se sujeta a la norma que dicta el Ministerio de Salud.

TITULO V

DEL ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE ALIMENTOS Y BEBIDAS

CAPITULO I

Del almacenamiento

Artículo 70. Almacenamiento de materias primas y de productos terminados

El almacenamiento de materias primas y de productos terminados, sean de origen nacional o importados, se efectuará en áreas destinadas exclusivamente para este fin. Se deberá contar con ambientes apropiados para proteger la calidad sanitaria e inocuidad de los mismos y evitar los riesgos de contaminación cruzada. En dichos ambientes no se podrá tener ni guardar ningún otro material, producto o sustancia que pueda contaminar el producto almacenado.

Las materias primas y los productos terminados se almacenarán en ambientes separados.

Los almacenes situados fuera de las instalaciones de la fábrica, deben cumplir con lo señalado en los Artículos 30, 31, 32, 33, 34, 35, 39, 42 y 43 del presente reglamento.

Artículo 71. Almacenamiento de los productos perecibles

Los productos perecibles deben ser almacenados en cámaras de refrigeración o de congelación, según los casos. Las temperaturas de conservación y la humedad relativa en el interior de las cámaras deben ceñirse a las normas sanitarias respectivas.

En la misma cámara de enfriamiento no debe almacenarse simultáneamente alimentos de distinta naturaleza que puedan provocar la contaminación cruzada de los productos, salvo que estén envasados, acondicionados y cerrados debidamente.

Artículo 72. Estiba de productos no perecibles

Los alimentos y bebidas, así como la materia prima deberán depositarse en tarimas (parihuelas) o estantes cuyo nivel inferior estará a no menos de 0.20 metros del piso y el nivel superior a 0.60 metros o más del techo.

Para permitir la circulación del aire y un mejor control de insectos y roedores el espacio libre entre filas de rumas y entre éstas y la pared serán de 0.50 metros cuando menos.

Artículo 73. Estiba de productos perecibles

La estiba de los productos en el interior de las cámaras de enfriamiento debe permitir la circulación del aire frío y no interferir el intercambio de temperatura entre el aire y el producto. Para este fin, los productos se colocarán en estantes, pilas o rumas, que guarden distancias mínimas de 0.10 metros del nivel inferior respecto al piso; de 0.15 metros respecto de las paredes y de 0.50 metros respecto del techo.

El espesor de las rumas debe permitir un adecuado enfriamiento del producto.

En el acondicionamiento de los estantes o rumas se debe dejar pasillos o espacios libres que permitan la inspección de las cargas.

Artículo 74. Inspección sanitaria de almacenes

La inspección sanitaria de los almacenes de materias primas y de productos terminados, nacionales o importados, se efectuará de conformidad a lo dispuesto en los Artículos 65 al 69 del presente reglamento.

CAPITULO II

Del transporte

Artículo 75. Condiciones del transporte

Los alimentos y bebidas, así como las materias primas, ingredientes y aditivos que se utilizan en su fabricación o elaboración, deben transportarse de manera que se prevenga su contaminación o alteración.

Para tal propósito, el transporte de productos alimenticios, y de materias primas, ingredientes y aditivos que se emplean en su fabricación o elaboración, deberá sujetarse a lo siguiente:

- a) De acuerdo al tipo de producto y a la duración del transporte, los vehículos deberán estar acondicionados y provistos de medios suficientes para proteger a los productos de los efectos del calor, de la humedad, la sequedad, y de cualquier otro efecto indeseable que pueda ser ocasionado por la exposición del producto al ambiente.
- b) Los compartimentos, receptáculos, tolvas, cámaras o contenedores no podrán ser utilizados para transportar otros productos que no sean alimentos

o bebidas, cuando ello pueda ocasionar la contaminación de los productos alimenticios.

- c) No debe transportarse productos alimenticios, o materias primas, ingredientes y aditivos que se emplean en su fabricación o elaboración, en el mismo compartimiento, receptáculo, tolva, cámara o contenedor en que se transporten o se hayan transportado tóxicos, pesticidas, insecticidas y cualquier otra sustancia análoga que pueda ocasionar la contaminación del producto.
- d) Cuando en el mismo compartimiento receptáculo, tolva, plataforma o contenedor se transporten simultáneamente diversos tipos de alimentos, o alimentos junto con productos no alimenticios, se deberá acondicionar la carga de modo que exista una separación efectiva entre ellos, si fuere necesario, para evitar el riesgo de contaminación cruzada.

Artículo 76. Limpieza y desinfección de vehículos

Todo compartimiento, receptáculo, plataforma, tolva, cámara o contenedor que se utilice para el transporte de productos alimenticios, o materias primas, ingredientes y aditivos que se utilicen en su fabricación o elaboración, deberá someterse a limpieza y desinfección, así como desodorización, si fuera necesario, inmediatamente antes de proceder a la carga del producto.

Artículo 77. Carga, estiba y descarga

Los procedimientos de carga, estiba y descarga deberán evitar la contaminación cruzada de los productos.

TITULO VI

DE LA COMERCIALIZACION, ELABORACION Y EXPENDIO DE ALIMENTOS Y BEBIDAS

CAPITULO I

De la comercialización

Artículo 78. Establecimientos de comercialización

Se consideran establecimientos de comercialización de alimentos y bebidas los locales dedicados al fraccionamiento y envasado de alimentos y bebidas,

mercados de abasto, autoservicios, ferias, centros de acopio y distribución y bodegas.

Artículo 79. Requisitos sanitarios de los establecimientos

Los establecimientos dedicados al comercio de alimentos deben cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- a) Estar ubicados en lugares alejados de cualquier foco de contaminación.
- b) Mantenerse en buen estado de limpieza.
- c) Ser bien iluminados y ventilados.
- d) Estar abastecidos de agua potable en cantidad suficiente y con sistemas de desagüe.
- e) Tener techos, paredes y pisos en buen estado de higiene y conservación.
- f) Disponer de servicios higiénicos.
- g) Tener un área destinada a la disposición interna de los residuos sólidos.

Las condiciones físicas para cada tipo de establecimiento, se sujetan a las normas sanitarias que dicta el Ministerio de Salud.

Artículo 80. Fraccionamiento de alimentos

El envasado de productos naturales o el reenvasado de productos industrializados para su comercialización al por menor, debe efectuarse en establecimientos que cumplan con lo señalado en los Artículos 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56 y 57 del presente reglamento.

Los envases de los productos fraccionados se ajustarán a lo establecido en los Artículos 118 y 119 del presente reglamento.

En el rotulado de los mencionados envases debe consignarse la siguiente información mínima:

- a) Nombre del producto.
- b) Nombre o razón social y dirección del envasador y/o distribuidor.

Cuando se fraccione un producto industrializado sujeto a Registro Sanitario, el rotulado del envase del producto fraccionado, deberá consignar, además de la información a que se refieren los literales a) y b) precedentes, la señalada en los incisos b), c), d), e), f) y h) del Artículo 117 del presente reglamento.

La inspección sanitaria de los establecimientos dedicados al fraccionamiento y envasado de alimentos y bebidas se efectuará de conformidad a lo dispuesto en los Artículos 65 al 69 del presente reglamento.

CAPITULO II

De la elaboración y expendio

Artículo 81. Establecimientos de elaboración y expendio

Se consideran establecimientos de elaboración y expendio de alimentos y bebidas los restaurantes, servicios de alimentación colectiva, servicios de alimentación escolar y servicios de alimentación de pasajeros en los medios de transporte.

Artículo 82. Requisitos sanitarios de los establecimientos

Los establecimientos dedicados a la elaboración y expendio de alimentos y bebidas deben cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- a) Disponer de un área para el almacenamiento de productos no perecibles con ventilación e iluminación adecuada y capacidad suficiente respecto al volumen de atención del establecimiento. Los productos estarán ordenados según su clase y se practicará una estricta rotación del stock. No se permitirá la presencia de sustancias químicas, las que se almacenarán en áreas distintas.
- b) El área de la cocina debe ser lo suficientemente amplia como para permitir que las comidas sigan un flujo de avance desde el área sucia a la limpia, para evitar la contaminación cruzada. El piso de la cocina será de material noble, no absorbente, resistente a la corrosión; tendrá declive hacia sumideros que permitan la evacuación de líquidos y estará provisto de desagüe con los dispositivos adecuados (rejillas, sifones) que eviten el mal olor y la entrada

de roedores e insectos.

Las paredes tendrán una superficie lisa, serán no absorbentes y estarán cubiertas con pintura lavable de color claro. Los techos estarán contruidos de forma que no se acumule polvo ni vapores de condensación. Las uniones de paredes con el piso serán a media caña.

- c) Disponer de agua potable en cantidad suficiente para cubrir las necesidades del local. La red interna de distribución de agua tendrá el número necesario de conexiones para asegurar la limpieza y el lavado de todos los ambientes.
- d) Disponer de servicios higiénicos para los usuarios.
- e) Disponer de vestuario y servicios higiénicos para el personal en proporción al número de trabajadores, conforme a la relación establecida en el Artículo 54 de este reglamento.
- f) Contar con depósitos de material plástico, provistos de bolsas, para la recolección de los residuos. Existirá un lugar separado para el almacenamiento de los residuos de la cocina, los que se eliminarán diariamente.
- g) Contar con instalaciones adecuadas de refrigeración, cuando almacenen o expendan productos susceptibles de alteración o descomposición por el calor.

Los requisitos específicos y operativos de dichos establecimientos son señalados en la norma sanitaria correspondiente que dicta el Ministerio de Salud.

Artículo 83. Elaboración y expendio de alimentos y bebidas en la vía pública

La elaboración y expendio de alimentos y bebidas en la vía pública se efectuará con arreglo a los requisitos y condiciones que establecen las normas sanitarias sobre la materia.

Las municipalidades están encargadas de la vigilancia sanitaria de estas actividades.

CAPITULO III

De los manipuladores de alimentos

Artículo 84. Identificación de los manipuladores

Se consideran manipuladores de alimentos a todas aquellas personas que en razón de su actividad laboral entran en contacto directo con los mismos. Se considera manipulador de alimentos a todo aquel que:

- a) Interviene en la distribución y venta de productos frescos sin envasar.
- b) Interviene en cualquiera de las etapas que comprenden los procesos de elaboración y envasado de alimentos, cuando estas operaciones se realicen de forma manual sin posterior tratamiento que garantice la eliminación de cualquier posible contaminación proveniente del manipulador.
- c) Intervienen en la preparación culinaria y el servido de alimentos para el consumo directo.

Artículo 85. Requisitos que deben cumplir los manipuladores

Los manipuladores de alimentos, además de cumplir con los requisitos señalados en los Artículos 49, 50, 52, 53 y 55 del presente reglamento, deben recibir capacitación en higiene de alimentos basada en las Buenas Prácticas de Manipulación. Dicha capacitación debe ser continua y de carácter permanente.

La capacitación del personal es responsabilidad del empleador. A elección del empleador la capacitación podrá ser brindada por las municipalidades o por entidades privadas o personas naturales especializadas.

TITULO VII

DE LA EXPORTACION DE ALIMENTOS Y BEBIDAS

Artículo 86. Certificado Sanitario Oficial de Exportación

Sólo por excepción y a solicitud del exportador, la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) podrá expedir un Certificado Sanitario Oficial de Exportación de alimentos y bebidas.

El Certificado se expedirá en formatos cuyo contenido se ajustará al tipo de producto y a las especificaciones particulares solicitadas por el exportador.

El Certificado Sanitario Oficial de Exportación no constituye un documento de preembarque, ni será exigible por las Aduanas como condición para proceder al despacho del producto.

Artículo 87 Lote de embarque

El Certificado Sanitario Oficial de Exportación a que se refiere el artículo anterior, se expedirá por cada despacho o lote de embarque y país de destino.

Cada despacho podrá estar constituido por más de un lote de producción y estar destinado a uno o varios clientes del país importador.

Artículo 88. Solicitud para Certificación

Para efectos de la expedición del Certificado Sanitario Oficial de Exportación, el interesado debe presentar a la DIGESA con una anticipación no menor de tres (3) días hábiles a la fecha del embarque, una solicitud en la que se debe consignar la siguiente información:

- a) Nombre o razón social y dirección del exportador.
- b) Identificación del producto:
 - b.1) Especie animal o vegetal, expresada en nombre científico.
 - b.2) Estado y naturaleza del tratamiento.
 - b.3) Código del lote, cuando proceda.
 - b.4) Tipo de embalaje.
 - b.5) Número de unidades de embalaje.
 - b.6) Peso neto.
 - b.7) Temperatura de almacenamiento y de transporte requerida.
- c) Origen del producto:
 - c.1) Nombre y número de habilitación de la fábrica.
 - c.2) Zona de extracción o recolección, cuando se trate de moluscos bivalvos, equinodermos, tunicados y gasterópodos marinos.
- d) Destino del producto:
 - d.1) Lugar de procedencia o embarque.
 - d.2) País, puerto de arribo y lugar de destino.

- d.3) Medio de transporte.
- d.4) Nombre del destinatario, dirección y lugar de destino.
- e) Idiomas en que se expedirá el Certificado.

Artículo 89. Documentos obligatorios para la solicitud

Adjunta a la solicitud, el interesado deberá presentar la documentación siguiente:

- a) Informe de la evaluación higiénico-sanitaria del producto a embarcarse en lo que respecta a las condiciones de almacenamiento, envase y embalaje, expedido por un organismo de inspección acreditado por el INDECOPI.
- b) Informe de análisis emitido por un laboratorio acreditado por el INDECOPI, relativo a las muestras seleccionadas y tomadas del respectivo lote de embarque por el organismo de inspección a que se refiere el inciso a) de la presente disposición.
- c) Recibo de pago por concepto de certificación, de conformidad a lo establecido por el Texto Único de Procedimientos Administrativos (TUPA) del Ministerio de Salud.

Artículo 90. Procedimientos de inspección, muestreo y análisis

Las actividades de inspección, muestreo y análisis a que se refiere la disposición precedente se realizan con arreglo a los métodos, técnicas o procedimientos que establece el Ministerio de Salud.

A pedido de parte, se podrán efectuar inspecciones, muestreos y análisis adicionales a los previstos en las normas del Ministerio de Salud, en cuyo caso el interesado deberá señalar en su solicitud los métodos, técnicas o procedimientos a aplicar.

Artículo 91. Servicios de laboratorio y de organismo de inspección

El laboratorio y el organismo de inspección acreditados por el INDECOPI, son de libre elección por el interesado, quien contratará directamente sus servicios y cubrirá los gastos respectivos.

Artículo 92. Plazo para la expedición del certificado

En un plazo no mayor de dos (2) días hábiles contados desde la fecha de presentación de la solicitud por el interesado, la DIGESA evaluará el expediente y de hallarlo conforme expedirá el correspondiente Certificado Sanitario Oficial de Exportación.

Artículo 93. Calificación de la aptitud sanitaria de las zonas de cultivo o de extracción o recolección de mariscos

La calificación de la aptitud sanitaria de las zonas de cultivo o de extracción o recolección de mariscos será efectuada por la DIGESA, previa solicitud de parte, a la sola presentación por el interesado del informe de evaluación sanitaria correspondiente, emitido por el Ministerio de Pesquería.

El Ministerio de Pesquería verificará una vez por año o cada vez que se tengan indicios razonables de contaminación de las aguas o de sus nutrientes, si se mantienen los estándares de aptitud sanitaria compatibles con la calificación efectuada. Los resultados de dicha verificación deberán ser comunicados oportunamente a la DIGESA para los fines pertinentes.

Los costos que demande la evaluación sanitaria y la verificación de la aptitud sanitaria a que se refiere esta disposición serán asumidos por el interesado.

Artículo 94. La habilitación sanitaria de fábrica

Sólo por excepción y a pedido de parte, la DIGESA efectuará la habilitación sanitaria de las fábricas de alimentos y bebidas.

Artículo 95. Concepto de habilitación

Se considera habilitación al proceso por el cual se verifica que el establecimiento cumple con todos los requisitos y condiciones sanitarias señalados para la fabricación del producto destinado a la exportación.

Artículo 96. Solicitud para habilitación de fábrica

Para obtener la habilitación sanitaria de fábrica, el interesado deberá presentar una solicitud a la DIGESA en la que debe consignar la siguiente información:

- a) Nombre o razón social del fabricante.
- b) Ubicación de la fábrica.
- c) Nombre y marca del producto o productos motivo de la habilitación.
- d) Memoria descriptiva del proceso de fabricación del producto.

- e) Plan HACCP de la fábrica, aplicado al producto o productos motivo de la habilitación.
- f) Nombres y firmas del interesado y del responsable de control de calidad.

Artículo 97. Tramitación y expedición de la habilitación

La DIGESA en un plazo no mayor de cinco (5) días hábiles a partir de la fecha de recibida la solicitud, procederá a efectuar la visita de evaluación higiénico-sanitaria y operativa de la fábrica. En la inspección se debe verificar:

- a) Si la fábrica cumple con todos los requisitos establecidos en el Título IV del presente reglamento y normas sanitarias correspondientes al producto o productos que elabora.
- b) Si la fábrica está efectivamente aplicando los procedimientos de su Plan HACCP en el proceso de fabricación del producto o productos motivo de la habilitación.

En el caso de que la fábrica cumpla con los requisitos antes señalados, la DIGESA procederá a extender, en un plazo no mayor de tres (3) días hábiles de efectuada la inspección, la habilitación correspondiente.

Artículo 98. Vigilancia de las fábricas habilitadas

La DIGESA efectuará inspecciones de frecuencia semestral en las fábricas habilitadas con el objeto de verificar si mantienen estándares compatibles con la habilitación.

Sin perjuicio de la aplicación de las medidas sanitarias y sanciones a que hubiere lugar, de comprobarse que la fábrica no mantiene estándares compatibles con la habilitación, se procederá a suspender la habilitación hasta que la fábrica subsane las deficiencias observadas.

Toda suspensión mayor a seis (6) meses conlleva la cancelación de la habilitación.

Artículo 99. Costo de la habilitación

Los costos que demande a la DIGESA el proceso de habilitación e inspección de las fábricas habilitadas serán asumidos por el interesado.

Artículo 100. Información sobre zonas de extracción o recolección y cultivo de mariscos calificadas y de fábricas habilitadas

La DIGESA proporcionará a los países importadores que lo requieran la relación actualizada de las zonas de extracción o recolección y cultivo de mariscos calificadas y de las fábricas habilitadas con fines de exportación, así como las suspensiones y cancelaciones efectuadas.

TITULO VIII

DEL REGISTRO SANITARIO DE ALIMENTOS Y BEBIDAS INDUSTRIALIZADOS

CAPITULO I

Del Registro

Artículo 101. Autoridad encargada del Registro Sanitario

La Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) del Ministerio de Salud es el órgano encargado a nivel nacional de inscribir, reinscribir, modificar, suspender y cancelar el Registro Sanitario de los alimentos y bebidas y de realizar la vigilancia sanitaria de los productos sujetos a registro.

Artículo 102. Obligatoriedad del Registro Sanitario

Sólo están sujetos a Registro Sanitario los alimentos y bebidas industrializados que se comercializan en el país.

Para efectos del Registro Sanitario, se considera alimento o bebida industrializado al producto final destinado al consumo humano, obtenido por transformación física, química o biológica de insumos de origen vegetal, animal o mineral y que contiene aditivos alimentarios.

Artículo 103. Alimentos y bebidas que no requieren de Registro Sanitario No están sujetos a

Registro Sanitario:

- a) Los alimentos y bebidas en estado natural, estén o no envasados para su comercialización, como granos, frutas, hortalizas, carnes y huevos, entre otros.
- b) Las muestras sin valor comercial.

- c) Los productos donados por entidades extranjeras para fines benéficos.

Artículo 104. Facultades y obligaciones derivadas del Registro Sanitario

La obtención del Registro Sanitario de un producto faculta su fabricación o importación y comercialización por el titular del Registro, en las condiciones que establece el presente reglamento. El titular del Registro Sanitario es responsable por la calidad sanitaria e inocuidad del alimento o bebida que libera para su comercialización.

El Registro Sanitario se otorga por producto o grupo de productos y fabricante. Se considera grupo de productos aquellos elaborados por un mismo fabricante, que tienen la misma composición cualitativa de ingredientes básicos que identifica al grupo y que comparten los mismos aditivos alimentarios.

Artículo 105. Declaración Jurada para el Registro Sanitario

Para la inscripción o reinscripción en el Registro Sanitario se debe presentar una solicitud con carácter de Declaración Jurada suscrita por el interesado, en la que debe consignarse la siguiente información:

- a) Nombre o razón social, domicilio y número de Registro Unificado de la persona natural o jurídica que solicita el registro.
- b) Nombre y marca del producto o grupo de productos para el que se solicita el Registro Sanitario.
- c) Nombre o razón social, dirección y país del fabricante.
- d) Resultados de los análisis físico-químicos y microbiológicos del producto terminado, procesado por el laboratorio de control de calidad de la fábrica o por un laboratorio acreditado en el Perú.
- e) Relación de ingredientes y composición cuantitativa de los aditivos, identificando a estos últimos por su nombre genérico y su referencia numérica internacional.
- f) Condiciones de conservación y almacenamiento.
- g) Datos sobre el envase utilizado, considerando tipo y material.
- h) Período de vida útil del producto en condiciones normales de conservación y almacenamiento.
- i) Sistema de identificación del lote de producción.

- j) Si se trata de un alimento o bebida para regímenes especiales, deberá señalarse sus propiedades nutricionales.

Adjuntos a la solicitud deben presentarse el Certificado de Libre Comercialización y el Certificado de Uso si el producto es importado, así como el comprobante de pago por concepto de Registro.

Artículo 106. Codificación del Registro Sanitario

La codificación del Registro Sanitario se hará de la siguiente forma:

RSA 000N (Registro Sanitario de Alimentos 000 Nacional) para producto nacional.

RSA 000E (Registro Sanitario de Alimentos 000 Extranjero) para producto importado.

Artículo 107. Tramitación de la solicitud de Registro Sanitario

La solicitud de inscripción o reinscripción de productos en el Registro Sanitario será admitida a trámite, siempre que el expediente cumpla con los requisitos que se establecen en la ley y en el presente reglamento.

Dentro del plazo de siete (7) días útiles a que se refiere el Artículo 92 de la Ley General de Salud, la DIGESA podrá denegar la expedición del documento que acredita el número de registro por las causales previstas en los incisos a), b), c) y

d) del Artículo 111 del presente reglamento. En tal supuesto, la solicitud de registro presentada dejará de surtir efectos legales. El pronunciamiento de la DIGESA deberá constar en resolución debidamente motivada, la misma que deberá ser notificada a las Aduanas de la República para los fines pertinentes.

La verificación de la calidad sanitaria del producto se efectúa con posterioridad a la inscripción o reinscripción en el Registro Sanitario, de conformidad con las normas correspondientes.

Artículo 108. Vigencia del Registro Sanitario

El Registro Sanitario de Alimentos y Bebidas tiene una vigencia de cinco (5) años, contados a partir de la fecha de su otorgamiento.

Podrá ser renovado previa solicitud de reinscripción presentada por el titular del registro entre los sesenta (60) y los siete (7) días útiles anteriores a la fecha de su vencimiento. El registro de los productos cuya reinscripción no es

solicitada antes de los siete (7) días, caduca automáticamente al vencimiento del plazo por el cual fue concedido, la solicitud que se presente fuera de este plazo será tramitada como de nuevo Registro Sanitario.

La reinscripción en el Registro Sanitario se sujeta a las mismas condiciones, requisitos y plazos establecidos para la inscripción. La vigencia de la reinscripción, se contará a partir de la fecha del vencimiento del registro cuya renovación se solicita.

Si hubiera en el mercado existencias del producto cuyo registro se ha vencido sin que se haya solicitado su renovación, éstas deben ser retiradas del mercado por el titular del Registro, dentro del plazo de noventa (90) días calendario, vencido el cual se ordenará su decomiso y se comunicará a la población que dicho producto carece de Registro.

Artículo 109. Modificaciones al Registro Sanitario

Cualquier modificación o cambio en los datos y condiciones bajo las cuales se otorgó el Registro Sanitario a un producto o grupo de productos, debe ser comunicado por escrito a la DIGESA, por lo menos siete (7) días hábiles antes de ser efectuada, acompañando para el efecto los recaudos o información que sustente dicha modificación.

Artículo 110. Suspensión del Registro Sanitario

La DIGESA podrá suspender el Registro Sanitario del producto hasta que el titular del registro efectúe las modificaciones en la composición del producto y/o del envase, según corresponda, cuando:

- a) La Comisión del Codex Alimentarius emita información que determine que un aditivo o que los niveles de concentración en los que se le ha venido usando son dañinos para la salud.
- b) La Food and Drug Administration de los Estados Unidos de Norteamérica (FDA) u otro organismo de reconocido prestigio internacional emita información que determine que el material del envase es nocivo para la salud.

Artículo 111. Cancelación del Registro Sanitario

En cualquier momento, se podrá cancelar el Registro Sanitario de un producto cuando:

- a) Se detecte cualquier adulteración o falsificación en las declaraciones, documentos o información presentados al solicitar el Registro Sanitario.

- b) Se efectúen observaciones a la documentación e información técnica presentada al solicitar el Registro Sanitario, siempre que éstas no sean subsanadas por el interesado en el plazo máximo de treinta (30) días calendario, contados desde su notificación por la DIGESA.
- c) Se incorpore al producto aditivos alimentarios prohibidos, o que estando permitidos excedan los límites máximos establecidos.
- d) Se utilice envases elaborados con materiales de uso prohibido.
- e) Se efectúen observaciones a la documentación e información técnica sustentatoria de la modificación del Registro Sanitario, siempre que éstas no sean subsanadas por el interesado en el plazo máximo de treinta (30) días calendario, contados desde su notificación por la DIGESA.

Artículo 112. Transferencia del Registro Sanitario

El Registro Sanitario otorgado a un producto sólo podrá ser transferido por su titular a favor de persona distinta, siempre que esta última esté debidamente constituida en el país como empresa fabricante o importadora.

Artículo 113. Certificados de Libre Comercialización y de Uso

La DIGESA mantendrá una lista actualizada por países de las autoridades competentes para emitir el Certificado de Libre Comercialización y el Certificado de Uso y la hará de conocimiento público periódicamente.

Se tendrá por válido el Certificado de Libre Comercialización o el Certificado de Uso emitido por Autoridad distinta a la que figura en dicho listado, siempre que cuente con la visación del consulado peruano del lugar o de la oficina que haga sus veces, acreditando que quien lo emite, es la autoridad competente con arreglo a las disposiciones vigentes del país correspondiente. Igual disposición regirá en caso que el referido listado no identifique cual es la autoridad competente para emitirlo.

Se tendrá por presentado el Certificado de Uso cuando:

- a) La DIGESA cuente con información oficial que indique que en el país fabricante o en el país exportador no se emite dicho certificado.
- b) El que solicita Registro Sanitario acredite que en el país fabricante o en el país exportador no se emite dicho certificado, presentando para el efecto un documento que así lo señale, expedido por la autoridad competente o por el consulado peruano del lugar.

Artículo 114. Importación de alimentos y bebidas registrados

Un alimento o bebida ya registrado, podrá ser importado y comercializado por quien no es titular del Registro Sanitario. Para tal fin, la DIGESA emitirá a favor del interesado un Certificado de Registro Sanitario de Producto Importado.

Quien importe y comercialice un producto, amparado en un Certificado de Registro Sanitario de Producto Importado, asume las mismas obligaciones y responsabilidades que el titular del Registro, respecto a la calidad sanitaria e inocuidad del producto. En este caso, el nombre o razón social, la dirección y Registro Unificado del importador deberá figurar obligatoriamente por impresión o etiquetado, en cada envase de venta al consumidor.

El Certificado de Registro Sanitario de producto importado será emitido en un plazo no mayor de siete (7) días hábiles de solicitado a la DIGESA y tendrá la misma fecha de vencimiento que la del Registro Sanitario del producto correspondiente.

El interesado debe señalar en la solicitud que presente para el efecto:

- a) Objeto de la solicitud.
- b) Número de Registro Sanitario del producto al cual solicita acogerse.
- c) Nombre o razón social, dirección y Registro Unificado del solicitante.

Asimismo, debe acompañar el comprobante de pago por derecho de certificado.

Artículo 115. Vigencia de documentos extranjeros

Los documentos expedidos en el extranjero deben tener una antigüedad no mayor de un (1) año, contado desde la fecha de su emisión, y estar acompañados de su respectiva traducción al español.

CAPITULO II**Del Rotulado****Artículo 116.** Rotulación

Todo alimento y bebida, para efectos de su comercialización, deberá estar rotulado con arreglo a lo que dispone el presente reglamento.

Artículo 117. Contenido del rotulado.

El contenido del rotulado debe ceñirse a las disposiciones establecidas en la Norma Metrológica Peruana de Rotulado de Productos Envasados y contener la siguiente información mínima:

- a) Nombre del producto.
- b) Declaración de los ingredientes y aditivos empleados en la elaboración del producto.
- c) Nombre y dirección del fabricante.
- d) Nombre, razón social y dirección del importador, lo que podrá figurar en etiqueta adicional.
- e) Número de Registro Sanitario.
- f) Fecha de vencimiento, cuando el producto lo requiera con arreglo a lo que establece el Codex Alimentarius o la norma sanitaria peruana que le es aplicable.
- g) Código o clave del lote.
- h) Condiciones especiales de conservación, cuando el producto lo requiera.

CAPITULO III

De los envases

Artículo 118. Condiciones del envase

El envase que contiene el producto debe ser de material inocuo, estar libre de sustancias que puedan ser cedidas al producto en condiciones tales que puedan afectar su inocuidad y estar fabricado de manera que mantenga la calidad sanitaria y composición del producto durante toda su vida útil.

Artículo 119. Materiales de envases

Los envases, que estén fabricados con metales o aleaciones de los mismos o con material plástico, en su caso, no podrán:

- a) Contener impurezas constituidas por plomo, antimonio, zinc, cobre, cromo, hierro, estaño, mercurio, cadmio, arsénico u otros metales o metaloides que puedan ser considerados dañinos para la salud, en cantidades o niveles superiores a los límites máximos permitidos.
- b) Contener monómeros residuales de estireno, de cloruro de vinilo, de acrilonitrilo o de cualquier otro monómero residual o sustancia que puedan ser considerados nocivos para la salud, en cantidades superiores a los límites máximos permitidos.

Los límites máximos permitidos a que se refieren los incisos a) y b) precedentes se determinan en la norma sanitaria que dicta el Ministerio de Salud.

La presente disposición es también aplicable, en lo que corresponda, a los laminados, barnices, películas, revestimientos o partes de los envases que están en contacto con los alimentos y bebidas.

Prohíbese la utilización de envases fabricados con reciclados de papel, cartón o plástico de segundo uso.

TITULO IX

DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD, INFRACCIONES Y SANCIONES

Artículo 120. Medidas de seguridad

En aplicación de las normas sobre vigilancia de la calidad sanitaria e inocuidad de alimentos y bebidas de este reglamento, así como de las normas sanitarias y demás disposiciones obligatorias que de él emanen, se podrá disponer una o más de las siguientes medidas de seguridad sanitaria:

- a) Decomiso, incautación, movilización, retiro del mercado y destrucción de productos alimenticios.
- b) Suspensión temporal del ejercicio de actividades de producción y comercio de alimentos y bebidas.
- c) Restricción del tránsito de productos alimenticios.
- d) Cierre temporal o definitivo de toda o parte de las instalaciones del establecimiento.
- e) Suspensión del Registro Sanitario.
- f) Cancelación del Registro Sanitario.

- g) Las demás disposiciones que establezcan normas especiales sobre las materias reguladas en el Título III del presente reglamento.

La restricción del tránsito de animales, carne y de productos agrícolas frescos está a cargo del Ministerio de Agricultura.

Los organismos de vigilancia sanitaria aplicarán las medidas de seguridad sanitaria que corresponda con estricto arreglo a los criterios que señala el Artículo 132 de la Ley General de Salud.

Artículo 121. Infracciones a las normas sanitarias sobre fabricación, fraccionamiento y almacenamiento de alimentos y bebidas y servicios de alimentación de pasajeros en medios de transporte

Constituyen infracciones a las normas sanitarias sobre fabricación, fraccionamiento y almacenamiento de alimentos y bebidas y servicios de alimentación de pasajeros en los medios de transporte, según corresponda, las siguientes:

- a) No cumplir con las disposiciones relativas a ubicación, construcción, distribución y acondicionamiento de los establecimientos.
- b) No abastecerse de agua potable y no contar con sistemas apropiados de disposición de aguas servidas y de residuos sólidos.
- c) Fabricar productos en locales inadecuados debido a las deficiencias en los aspectos operativos.
- d) No observar las reglas de higiene en la manipulación de alimentos y bebidas y aseo del personal.
- e) Incumplir las disposiciones relativas al saneamiento de los locales.
- f) No efectuar el control de la calidad sanitaria e inocuidad de los productos.
- g) Utilizar materia prima de mala calidad sanitaria, aditivos alimentarios prohibidos o en concentraciones superiores a los límites máximos permitidos y material de envase prohibido.
- h) Impedir la realización de las inspecciones.
- i) Fabricar, almacenar, fraccionar o distribuir productos contaminados o adulterados.
- j) Fraccionar productos incumpliendo las disposiciones sanitarias.

- k) Almacenar materia prima y productos terminados en forma y condiciones antihigiénicas.
- l) Almacenar y distribuir productos sujetos a Registro Sanitario expirados o vencidos.
- ll) No cumplir con las disposiciones relativas a la elaboración de alimentos y bebidas para consumos de pasajeros en los medios de transporte.
- m) Incumplir con las demás disposiciones de observancia obligatoria que establece el presente reglamento y las normas sanitarias que emanen de éste.

Artículo 122. Infracciones a las normas relativas al Registro Sanitario de alimentos y bebidas

Constituyen infracciones a las normas relativas al Registro Sanitario de alimentos y bebidas las siguientes:

- a) Fabricar, almacenar o comercializar productos sin Registro Sanitario.
- b) Consignar en el rotulado de los envases un número de Registro Sanitario que no corresponde al producto registrado.
- c) Modificar o cambiar los datos y condiciones declaradas para la obtención del Registro Sanitario, sin haberlo comunicado en la forma y condiciones que establece el presente reglamento.
- d) Incorporar al alimento o bebida aditivos alimentarios prohibidos o que estando permitidos exceden los límites máximos establecidos.
- e) Utilizar envases fabricados con materiales de uso prohibido.

Artículo 123. Aplicación de sanciones

Quienes incurran en infracciones tipificadas en los Artículos 121 y 122 de este reglamento, serán pasibles a una o más de las siguientes sanciones:

- a) Amonestación.
- b) Multa comprendida entre media (0,5) y cien (100) Unidades Impositivas Tributarias.
- c) Cierre temporal del establecimiento.
- d) Clausura definitiva del establecimiento.
- e) Cancelación del Registro Sanitario.

La aplicación de las sanciones se hará con estricto arreglo a los criterios que señala el Artículo 135 de la Ley General de Salud.

La clausura definitiva del establecimiento conlleva la cancelación de los Registros Sanitarios otorgados.

La escala de multas para cada tipo de infracción es determinada por resolución del Ministro de Salud. La multa deberá pagarse dentro del plazo máximo de quince

(15) días hábiles, contados desde el día siguiente de notificada la sanción. En caso de incumplimiento, la autoridad que impuso la multa ordenará su cobranza coactiva con arreglo al procedimiento de ley.

Artículo 124. Cancelación del Registro Sanitario

Sin perjuicio de las demás sanciones que corresponde aplicar al establecimiento infractor, cuando el organismo de vigilancia sanitaria competente detecte un alimento o bebida al que se le ha incorporado aditivos alimentarios prohibidos o que estando permitidos exceden los límites máximos establecidos, o cuyos envases estén fabricados con materiales de uso prohibido, deberá comunicarlo, bajo responsabilidad, a la DIGESA para que ésta proceda, si correspondiere, a cancelar el Registro Sanitario del o los productos observados.

Artículo 125. Infracciones a las normas sobre producción, transporte, comercialización, elaboración y expendio de alimentos y bebidas

Las normas específicas sobre producción, transporte, comercialización, elaboración y expendio de alimentos y bebidas señalan las infracciones pasibles de sanción por los organismos de vigilancia correspondientes, con arreglo a las disposiciones del presente reglamento y las normas sanitarias que de él emanen.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS, TRANSITORIAS Y FINALES

Primera. El Ministerio de Salud, mediante Resolución Ministerial, podrá encargar a entidades privadas, previa evaluación de su idoneidad técnica y administrativa, la realización de inspecciones en los establecimientos y servicios que le corresponde vigilar, así como las actividades de validación técnica y seguimiento periódico de la aplicación de los planes HACCP en las fábricas de alimentos y bebidas. Las dependencias desconcentradas de salud de nivel territorial, a las que se le haya delegado las funciones a que se refiere esta disposición, podrán encargar la realización de las actividades antes referidas a las entidades privadas autorizadas por el Ministerio de Salud.

El personal de las instituciones que se contraten para dicho fin no podrá disponer la aplicación de medidas de seguridad sanitaria ni de las sanciones

previstas en este reglamento. De detectarse una infracción o de requerirse la aplicación de una medida de seguridad sanitaria, la entidad correspondiente deberá comunicarlo de inmediato a la DIGESA o, en su caso, a la dependencia desconcentrada de salud competente en la materia para la adopción de las medidas pertinentes.

Segunda. El Ministerio de Salud podrá disponer la realización de auditorías sobre los procedimientos seguidos por las instituciones privadas a que se refiere la disposición precedente, las mismas que deberán efectuarse con arreglo a las normas de auditoría que dicte el Ministerio de Salud.

Tercera. Para efectos de la aplicación del presente reglamento se tendrá en cuenta las definiciones adjuntas en el Anexo "De las Definiciones", el mismo que forma parte integrante de este dispositivo legal.

Cuarta. Por Resolución del Ministro de Salud, en un plazo que no excederá de un (1) año contado desde la vigencia del presente reglamento, se expedirán las normas sanitarias aplicables a la fabricación de productos alimenticios, en las que se definirán, cuando menos, los aspectos siguientes:

- a) Las características que debe reunir el producto o grupo de productos respectivo, incluyendo las de las materias primas que intervienen en su elaboración.
- b) Las condiciones que deben observarse en el proceso de fabricación incluyendo las Buenas Prácticas de Manufactura.
- c) Los aditivos alimentarios permitidos y los niveles máximos de concentración permitidos.
- d) Los límites máximos tolerables de contaminantes.
- e) Las especificaciones higiénicas correspondientes.
- f) Los criterios microbiológicos y físico-químicos de calidad sanitaria e inocuidad.
- g) Los procedimientos de muestreo.
- h) Las determinaciones analíticas y las metodologías de análisis aplicables.
- i) Los requisitos que deben cumplir las instalaciones industriales.

En tanto no se expida la norma pertinente, la fabricación de los alimentos y bebidas se rige por las normas del Codex Alimentarius aplicables al producto

o productos objeto de fabricación y, en lo no previsto por éste, lo establecido por la Food And Drug Administration de los Estados Unidos de Norteamérica (FDA).

Quinta. En el plazo máximo de dos (2) meses contados a partir de la vigencia del presente reglamento se aprobará, mediante Resolución del Ministro de Salud, el procedimiento para la aplicación del sistema HACCP en la fabricación de alimentos y bebidas.

Sexta. Los fabricantes de alimentos y bebidas disponen de un plazo máximo de dos (2) años, contados a partir de la vigencia de la norma sanitaria aplicable al producto o productos que fabrica, para elaborar el plan HACCP e implementarlo en el proceso de fabricación.

Podrán aplicar el sistema HACCP en el proceso de fabricación de sus productos, antes que se expida la norma sanitaria a que se refiere el párrafo precedente, sujetándose para el efecto a la norma que regula el procedimiento para la aplicación del HACCP en la fabricación de alimentos y bebidas y a las normas pertinentes del Codex Alimentarius. En dicho caso, serán de aplicación las disposiciones de los Artículos 59 y 60 del presente reglamento.

Sétima. El plazo a que se refiere el primer párrafo de la Disposición Sexta del presente reglamento, no es de aplicación a la pequeña y a la microempresa alimentaria. Su incorporación al sistema HACCP se hará de manera progresiva, de conformidad con lo que se establezca por norma especial, la misma que será aprobada mediante Decreto Supremo refrendado por el Ministro de Salud y el Ministro de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales. Lo dispuesto en el presente párrafo no las exime del cumplimiento de las demás disposiciones del presente reglamento que les sean aplicables ni del control sanitario de sus actividades por el organismo de vigilancia competente.

A solicitud de dichas empresas, el Ministerio de Salud les brindará apoyo técnico y capacitación para la elaboración de los planes HACCP, su validación técnica y su aplicación en el proceso de fabricación de sus productos, así como para su adecuación a las normas generales de higiene que les son aplicables.

Para efectos de lo dispuesto en esta disposición, se considera pequeña empresa y microempresa a aquéllas definidas como tales en los Artículos 1, 2 y 3 del Decreto Legislativo N° 705.

Octava. Los fabricantes de alimentos y bebidas, en tanto no incorporen a la fabricación de sus productos el sistema HACCP, continuarán efectuando, como parte del proceso de control de calidad sanitaria e inocuidad de los productos que

elabora, el control analítico de cada lote de producto fabricado antes de ser liberado para su comercialización.

El fabricante deberá conservar, debidamente foliados, los resultados de los análisis a que se refiere la presente disposición, los que serán objeto de revisión por el organismo de vigilancia sanitaria competente durante la inspección.

Los resultados de los análisis deben consignar la siguiente información:

- a) Nombre del laboratorio de la fábrica o laboratorio acreditado.
- b) Número de informe.
- c) Nombre del producto.
- d) Código o clave.
- e) Ensayos físico-químicos y microbiológicos realizados y resultados obtenidos.
- f) Fecha de análisis.
- g) Firmas del jefe de control de calidad y del jefe de laboratorio.

Novena. Por Decreto Supremo, se determinarán las actividades y servicios regulados por el presente reglamento que se irán progresivamente incorporando a la aplicación del sistema HACCP así como los plazos y procedimientos para su aplicación.

Décima. El Ministerio de Salud publicará la lista de aditivos alimentarios a que se refiere el Artículo 63 del presente reglamento así como sus correspondientes actualizaciones.

Décimo Primera. En tanto no existan organismos de inspección acreditados por el INDECOPI en número suficiente para desempeñar las funciones de inspección, toma de muestras y verificación de las condiciones de almacenamiento, envase y embalaje para la exportación, a que se refieren los incisos a) y b) del Artículo 89 del presente reglamento, los tecnólogos acreditados por la DIGESA podrán continuar desempeñando estas funciones. En este caso, el interesado podrá, a su elección, contratar los servicios de un organismo de inspección acreditado por el INDECOPI o de cualquiera de los tecnólogos acreditados por la DIGESA.

Por resolución del Ministro de Salud, se dará por concluida la participación de los tecnólogos en las actividades de inspección, toma de muestras y verificación de las condiciones de almacenamiento, envase y embalaje para la exportación.

Décimo Segunda. En tanto no se expida la norma sanitaria sobre materiales de envase a que se refiere el Artículo 119 del presente reglamento, se aplicará lo establecido por la Food and Drug Administration de los Estados Unidos de Norteamérica (FDA) o por otro organismo de reconocido prestigio internacional que se determine por Resolución del Ministro de Salud.

Décimo Tercera. En el plazo máximo de un (1) año, contado desde la vigencia del presente reglamento, por Resolución del Ministro de Salud se expedirán las siguientes disposiciones:

- a) Manual de procedimientos para la expedición del Certificado Sanitario Oficial de Exportación de alimentos y bebidas y la habilitación de establecimientos para la exportación.
- b) Límites máximos permitidos de impurezas y sustancias residuales en materiales de envase.
- c) Norma sanitaria de funcionamiento de los servicios de alimentación colectiva y alimentación escolar.
- d) Norma sanitaria para los servicios de alimentación de pasajeros en los medios de transporte.
- e) Norma sanitaria de operación de almacenes, centros de acopio y distribución de alimentos y bebidas.
- f) Norma sanitaria de operación de establecimientos de fraccionamiento y envasado de alimentos y bebidas.
- g) Norma sanitaria de funcionamiento de mercados de abasto, autoservicios, ferias y bodegas.
- h) Norma sanitaria de funcionamiento de restaurantes y servicios afines.
- i) Norma sanitaria para la inmovilización, incautación, decomiso y disposición final de alimentos y bebidas no aptos para el consumo humano.
- j) Guía de procedimientos para la inspección y toma de muestras de

productos en establecimientos de fabricación, almacenamiento, fraccionamiento y envasado de alimentos y bebidas y servicios de alimentación de pasajeros en los medios de transporte.

k) Buenas Prácticas de Manipulación de Alimentos y Bebidas.

Décimo Cuarta.

En el plazo máximo de seis (6) meses, contados a partir de la vigencia del presente reglamento, el Ministerio de Agricultura expedirá las normas sobre Buenas Prácticas Agrícolas, Buenas Prácticas Ganaderas y Buenas Prácticas Avícolas. Igualmente expedirá el reglamento para la producción, transporte, procesamiento y comercialización de la leche y productos lácteos.

En el mismo plazo, el Ministerio de Pesquería expedirá, previa coordinación con el Ministerio de Salud, las normas sanitarias que regulan la captura y/o extracción, transporte, industrialización y comercialización de productos hidrobiológicos, incluidos los provenientes de las actividades de acuicultura.

Décimo Quinta.

Créase el Comité Nacional del Codex Alimentarius, como instancia de coordinación interinstitucional encargada de efectuar la revisión periódica de la normatividad sanitaria en materia de inocuidad de los alimentos, con el propósito de proponer su armonización con la normatividad internacional aplicable a la materia.

El Comité Nacional del Codex Alimentarius estará conformado por un representante del Ministerio de Salud, quien lo presidirá, así como por un representante de cada uno de los siguientes organismos: Ministerio de Agricultura, Ministerio de Pesquería, Ministerio de Economía y Finanzas, Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales, Ministerio de Relaciones Exteriores, Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) y la Comisión para la Promoción de Exportaciones (PROMPEX).

Para el cumplimiento de sus funciones, el Comité Nacional del Codex Alimentarius conformará comisiones técnicas con participación del sector privado, de la universidad peruana y profesionales de reconocido prestigio.

En el plazo máximo de sesenta (60) días, contados desde la vigencia del presente Decreto Supremo, se aprobarán, por resolución del Ministro de Salud, las normas de funcionamiento de dicho comité.

Décimo Sexta.

Deróganse las siguientes disposiciones:

- a) Decreto Supremo del 4 de marzo de 1966, referido al control de fábricas de tapas corona.
- b) Resolución Ministerial N° 0179-83-SA/DVM, del 18 de agosto de 1983, referido a la relación de colorantes artificiales.
- c) Resolución Ministerial N° 0262-83-SA/DVM, del 22 de noviembre de 1983, relativo a la ingesta diaria admisible de edulcorante artificial empleado en la elaboración de productos de uso dietético.
- d) Resolución Ministerial N° 0026-84-SA/DVM, del 14 de febrero de 1984, que aprueba las normas sanitarias que regulan el aceite de colza pobre en ácido erúico destinado al consumo humano.
- e) Resolución Ministerial N° 0034-84-SA/DVM, del 29 de febrero de 1984, sobre uso de dióxido de titanio.
- f) Resolución Viceministerial N° 0140-86-SA-DVM del 24 de octubre de 1986, referido al control sanitario de restaurantes de ruta.
- g) Decreto Supremo N° 026-88-SA, del 18 de octubre de 1988, referente a ingresos generados por actividades de protección de alimentos.
- h) Resolución Viceministerial N° 0023-89-SA-DVM, del 2 de marzo de 1989, que aprueba las Guías de Procedimientos para el otorgamiento de pase y permiso sanitario.
- i) Resolución Directoral N° 046-89-DITESA/SA, del 28 de marzo de 1989, referido a la captación de ingresos establecidos por D.S. N° 026-88-SA.
- j) Decreto Supremo N° 001-97-SA, del 14 de mayo de 1997, que aprueba el Reglamento Higiénico Sanitario de Alimentos y Bebidas de Consumo Humano.
- k) Resolución Ministerial N° 519-97-SA/DM, del 13 de noviembre de 1997, referido a la certificación sanitaria oficial de alimentos y bebidas de consumo humano destinados a la exportación.
- l) Resolución Ministerial N° 535-97-SA/DM, del 28 de noviembre de 1997, referido a los Principios Generales de Higiene de Alimentos.
- ll) Las demás que se opongan al presente reglamento.

Una vez expedidas las normas sanitarias a que se refieren los literales c), d), i), de la Disposición Décimo Tercera del presente reglamento las siguientes disposiciones quedarán derogadas:

- a) Resolución Suprema N° 0019-81-SA/DVM, del 17 de setiembre de 1981, que aprueba las normas para el establecimiento y funcionamiento de servicios de alimentación colectiva.
- b) Decreto Supremo N° 026-87-SA, del 4 de junio de 1987, que aprueba el Reglamento de Funcionamiento Higiénico-Sanitario de Quioscos Escolares.
- c) Decreto Supremo N° 012-77-SA, del 13 de octubre de 1977, que aprueba el Reglamento de Inocuidad de Agua y Alimentos y Tratamiento de Desechos en el Transporte Nacional e Internacional.
- d) Decreto Supremo N° 19-86-SA, del 10 de julio de 1986, relativo a los procedimientos para la calificación de alimentos no aptos para el consumo humano pertenecientes a los programas y agencias de asistencia alimentaria.
- e) Resolución Ministerial N° 0726-92-SA/DM, del 30 de noviembre de 1992, referido a los alimentos preparados destinados al consumo de pasajeros.

Décimo Séptima. El presente reglamento rige a partir del día siguiente de su publicación.

ANEXO

De las Definiciones

1. Acta de inspección: Documento que contiene los principales aspectos considerados en la inspección y los resultados de la misma incluyendo las deficiencias a ser resueltas en plazos definidos.
2. Alimento o bebida: Cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas al consumo humano, incluyendo las bebidas alcohólicas.
3. Alimento o bebida para regímenes especiales: Producto elaborado o preparado especialmente para satisfacer necesidades particulares de nutrición determinadas por condiciones físicas, fisiológicas o metabólicas específicas. Su composición deberá ser sustancialmente diferente de la de los alimentos comunes de

naturaleza análoga en caso de que tales alimentos existan.

4. Aditivo alimentario: Sustancia que se agrega a los alimentos y bebidas con el objeto de mejorar sus caracteres organolépticos y favorecer sus condiciones de conservación.
5. Buenas Prácticas de Manipulación (BPM): Conjunto de prácticas adecuadas, cuya observancia asegurará la calidad sanitaria e inocuidad de los alimentos y bebidas.
6. Calidad sanitaria: Conjunto de requisitos microbiológicos, físico-químicos y organolépticos que debe reunir un alimento para ser considerado inocuo para el consumo humano.
7. Certificado de Libre Comercialización: Documento oficial emitido por autoridad competente que certifica que el producto se vende libremente en el país fabricante o exportador.
8. Codex Alimentarius: Programa conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias - colección de normas alimentarias destinadas a proteger la salud del consumidor y asegurar la aplicación de prácticas equitativas en el Comercio de los alimentos.
9. Condena: Proceso correspondiente a la destrucción o desnaturalización de productos inaptos para el consumo y a su disposición en forma sanitaria.
10. Daño a la salud: Presentación de signos, síntomas, síndromes o enfermedades atribuibles al consumo de alimentos o bebidas contaminados, alterados o adulterados.
11. Embalaje: Cualquier cubierta o estructura destinada a contener una o más unidades de producto envasadas.
12. Envase: Cualquier recipiente o envoltura que contiene y está en contacto con alimentos y bebidas de consumo humano o sus materias primas.
13. Estiba: Distribución conveniente de los productos dentro de un almacén, cámara frigorífica o refrigeradora, en el vehículo de transporte.
14. Fábrica de alimentos y bebidas: Establecimiento en el cual se procesan industrialmente materias primas de origen vegetal, animal o mineral utilizando procedimientos físicos, químicos o biológicos para obtener alimentos o bebidas para consumo humano, independientemente de cuál sea su volumen de producción o la

tecnología empleada.

15. Inocuidad: Exento de riesgo para la salud humana.
16. LUX: Unidad de medida de la iluminación.
17. Marisco: Todo animal invertebrado comestible que tiene en el agua su medio natural de vida. Comprende moluscos, crustáceos, equinodermos y tunicados, entre otros.
18. Materia prima: Todo insumo empleado en la fabricación de alimentos y bebidas, excluyendo aditivos alimentarios.
19. Micotoxinas: Sustancias generadas por ciertas cepas de hongos, cuya ingestión provoca efectos tóxicos en las personas y animales.
20. País de origen: País donde se fabrica el producto.
21. Parámetros de calidad sanitaria: Determinaciones analíticas que definen el nivel mínimo de calidad sanitaria de un alimento o debida industrializado.
22. Peligro: Agente biológico, químico o físico en los alimentos o bebidas o en la condición de éstos, que puede causar un efecto adverso para la salud.
23. Plan HACCP: Documento preparado de conformidad con los principios del HACCP para asegurar el control de los peligros que son importantes para la inocuidad de los alimentos en el segmento de la cadena alimentaria considerado.
24. Producto final: Producto terminado, envasado o sin envasar, listo para su consumo.
25. Punto de Control Crítico (PCC): Fase, etapa o tramo en el que debe aplicarse un control para prevenir, impedir, eliminar o reducir a niveles aceptables un peligro para la inocuidad de los alimentos o bebidas.
26. Rotulado: Toda información relativa al producto que se imprime o adhiere a su envase o la acompaña. No se considera rotulada aquella información de contenido publicitario.
27. Sistema HACCP (Sistema de Análisis de Riesgos y de Puntos de Control Críticos, del inglés HAZARD ANALYSIS AND CRITICAL CONTROL POINT): Sistema que permite identificar, evaluar y controlar peligros que son importantes para la inocuidad

de los alimentos. Privilegia el control del proceso sobre análisis del producto final.

28. Vigilancia sanitaria: Conjunto de actividades de observación y evaluación que realiza la autoridad competente sobre las condiciones sanitarias de la producción, transporte, fabricación, almacenamiento, distribución, elaboración y expendio de alimentos en protección de la salud

8. 3. Decreto Supremo 031-2010-SA “Reglamento de la calidad del agua para consumo humano”.



PERÚ

**Ministerio
de Salud**

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano





Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

DS N° 031-2010-SA.

Dirección General de Salud Ambiental
Ministerio de Salud
Lima – Perú
2011

Catalogación hecha por la Biblioteca Central del Ministerio de Salud

Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano: D.S. N° 031-2010-SA / Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental – Lima: Ministerio de Salud; 2011.

44 p.; ilus.

SALUD AMBIENTAL / CONSUMO DE AGUA (Salud Ambiental) / LEGISLACIÓN SANITARIA / CONTROL DE CALIDAD / VIGILANCIA SANITARIA, organización & administración / ABASTECIMIENTO DE AGUA

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2011-02552

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

Elaborado por: Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud

© MINSA, Febrero 2011

Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental

Las Amapolas N°350-Lince- Lima 14-Perú

Telef. : (51-1) 4420353

[http:// www.digesa.minsa.gob.pe](http://www.digesa.minsa.gob.pe)

[http://webmaster@digesa.minsa.gob.pe](mailto:webmaster@digesa.minsa.gob.pe)

1ra. Edición, 2011

Tiraje: 1000 unidades

Imprenta: J.B. GRAFIC E.I.R.L.

Dirección: AV. IGNACIO MERINO N° 1681

Distrito: LINCE

Teléfono: 4700108

Versión digital disponible:

<http://www.minsa.gob.pe/bvsminsa.asp>

<http://www.minsa.gob.pe/webftp.asp?ruta=normaslegales/2010/DS031-2010-SA.pdf>

DR. ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente de la República

DR. ÓSCAR UGARTE UBILLUZ
Ministro de Salud

DRA. ZARELA SOLIS VÁSQUEZ
Vice Ministra de Salud

DR. EDWARD CRUZ SÁNCHEZ
Director General
Dirección General de Salud Ambiental

MINISTERIO DE SALUD

No. 031-2010-SA



Decreto Supremo

APRUEBAN REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 22 del artículo 2º concordante con el artículo 7º de la Constitución Política del Perú, establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida, teniendo derecho a la protección de su salud, la del medio familiar y la de la comunidad, así como el deber de contribuir a su promoción y defensa;

Que, el artículo 107º de la Ley Nº 26842, Ley General de Salud, establece que el abastecimiento del agua para consumo humano queda sujeto a las disposiciones que dicte la Autoridad de Salud competente, la que vigilará su cumplimiento;

Que, la Décima Primera Disposición Complementaria, Transitoria y Final de la Ley Nº 26338, Ley General de Servicios de Saneamiento, dispone que el Ministerio de Salud, continuará teniendo competencia en los aspectos de saneamiento ambiental, debiendo formular las políticas y dictar las normas de calidad sanitaria del agua y de protección del ambiente;

Que, mediante Resolución Suprema del 17 de diciembre de 1946, se aprobó el "Reglamento de los requisitos oficiales físicos, químicos y bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables", el cual se encuentra desactualizado y obsoleto en el contexto actual;

Que, resulta necesario establecer un nuevo marco normativo para la gestión de la calidad del agua para consumo humano, sustentado en un enfoque de análisis de riesgo, que proporcione a la Autoridad de Salud instrumentos de gestión modernos y eficaces para conducir la política y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano;



Olivera A.



Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118° de la Constitución Política del Perú, la Ley N° 26842 – Ley General de Salud, y la Ley N° 29158 – Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1°- Aprobación

Apruébese el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, que consta de diez (10) títulos, ochenta y un (81) artículos, doce (12) disposiciones complementarias, transitorias y finales, y cinco (05) anexos, cuyos textos forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

El presente Decreto Supremo con el texto del Reglamento y sus anexos deberán ser publicados en el Portal Institucional del Ministerio de Salud (<http://www.minsa.gob.pe>) el mismo día de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

Artículo 2°- Derogación

A la entrada en vigencia del presente dispositivo legal, quedará derogada la Resolución Suprema del 17 de diciembre de 1946 que aprobó el "Reglamento de los requisitos oficiales físicos, químicos y bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables", así como toda aquella disposición que se le oponga.

Artículo 3°- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro de Salud y de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veinticuatro días del mes de septiembre del año dos mil diez.


ALAN GARCÍA PÉREZ
 Presidente Constitucional de la República


OSCAR UGARTE UGALLUZ
 Ministro de Salud


JUAN SARMIENTO SOTO
 Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento



M. ALGER R.



E. CRUZ S.



W. Olivera A.



D. LAM C.



ÍNDICE

	Pág.
PRESENTACIÓN	08
TÍTULO I : DISPOSICIONES GENERALES	09
TÍTULO II : GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO	12
TÍTULO III : DE LA AUTORIDAD COMPETENTE PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO	14
TÍTULO IV : VIGILANCIA SANITARIA	16
TÍTULO V : CONTROL DE CALIDAD	18
TÍTULO VI : FISCALIZACIÓN SANITARIA	20
TÍTULO VII : APROBACIÓN, REGISTRO Y AUTORIZACIÓN SANITARIA	21
TÍTULO VIII : ABASTECIMIENTO DE AGUA, PROVEEDOR Y CONSUMIDOR	24
Capítulo I : SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	24
Capítulo II : DEL PROVEEDOR DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO	25
Capítulo III : DEL CONSUMIDOR	27
TÍTULO IX : REQUISITOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO	28
TÍTULO X : MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SANCIONES	31
DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS	34
DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS TRANSITORIAS	36
ANEXOS	
ANEXO I : LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS	38
ANEXO II : LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA	39
ANEXO III : LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS	40
ANEXO IV : LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS RADIATIVOS	43
ANEXO V : AUTORIZACION SANITARIA, REGISTRO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO	44

PRESENTACIÓN

El agua es uno de los bienes más importantes y escasos que tienen las personas alrededor del mundo, nuestro país no es una excepción; muchas de nuestras poblaciones se ven obligados a beber de fuentes cuya calidad deja mucho que desear y produce un sin fin de enfermedades a niños y adultos.

El acceso al agua potable es una necesidad primaria y por lo tanto un derecho humano fundamental¹, en este contexto era necesario actualizar el Reglamento de los requisitos Oficiales Físicos, Químicos y Bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables, que por su antigüedad (1946), se hacía inaplicable; es entonces que en el año 2000, la Dirección General de Salud Ambiental, asume la tarea de elaborar el "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano", tarea que el 26 de setiembre del 2010, a través del D.S. N° 031-2010-SA, se vio felizmente culminada.

Este nuevo Reglamento, a través de sus 10 títulos, 81 artículos, 12 disposiciones complementarias, transitorias y finales y 5 anexos; no solo establece límites máximos permisibles, en lo que a parámetros microbiológicos, parasitológicos, organolépticos, químicos orgánicos e inorgánicos y parámetros radiactivos, se refiere; sino también le asigna nuevas y mayores responsabilidades a los Gobiernos Regionales, respecto a la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo humano; además de fortalecer a la DIGESA, en el posicionamiento como Autoridad Sanitaria frente a estos temas.

Queda pues ahora el compromiso y la responsabilidad de cada uno de los trabajadores del sector Salud, para desarrollar acciones en forma conjunta y multisectorialmente, a efectos de poder implementar en los plazos previstos, este nuevo reglamento, para bien de la salud de nuestras poblaciones, que son el fin de nuestro trabajo.

Edward Cruz Sánchez
Director General
Dirección De Salud Ambiental.

¹ KOFI ANNAN, Secretario General de la ONU

TÍTULO I DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1°.- De la finalidad

El presente Reglamento establece las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población.

Artículo 2°.- Objeto

Con arreglo a la Ley N° 26842 - Ley General de Salud, el presente Reglamento tiene como objeto normar los siguientes aspectos:

1. La gestión de la calidad del agua;
2. La vigilancia sanitaria del agua;
3. El control y supervisión de la calidad del agua;
4. La fiscalización, las autorizaciones, registros y aprobaciones sanitarias respecto a los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano;
5. Los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano; y
6. La difusión y acceso a la información sobre la calidad del agua para consumo humano.

Artículo 3°.- Ámbito de Aplicación

- 3.1 El presente Reglamento y las normas sanitarias complementarias que dicte el Ministerio de Salud son de obligatorio cumplimiento para toda persona natural o jurídica, pública o privada, dentro del territorio nacional, que tenga responsabilidad de acuerdo a ley o participe o intervenga en cualquiera de las actividades de gestión, administración, operación, mantenimiento, control, supervisión o fiscalización del abastecimiento del agua para consumo humano, desde la fuente hasta su consumo;
- 3.2 No se encuentran comprendidas en el ámbito de aplicación del presente Reglamento:
 1. Las aguas minerales naturales reconocidas por la autoridad competente; y
 2. Las aguas que por sus características físicas y químicas, sean calificadas como productos medicinales.

Artículo 4°.- Mención a referencias

Cualquier mención en el presente Reglamento a:

- «Reglamento» se entenderá que está referida al presente Reglamento; y
- «Calidad del agua», debe entenderse que está referida a la frase «calidad del agua para consumo humano».

Artículo 5°.- Definiciones

Para efectos del presente reglamento, se debe considerar las siguientes definiciones:

1. Agua cruda: Es aquella agua, en estado natural, captada para abastecimiento que no ha sido sometido a procesos de tratamiento.

2. Agua tratada: Toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano.
3. Agua de consumo humano: Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal.
4. Camión cisterna: Vehículo motorizado con tanque cisterna autorizado para transportar agua para consumo humano desde la estación de surtidores hasta el consumidor final.
5. Consumidor: Persona que hace uso del agua suministrada por el proveedor para su consumo.
6. Cloro residual libre: Cantidad de cloro presente en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito que debe quedar en el agua de consumo humano para proteger de posible contaminación microbiológica, posterior a la cloración como parte del tratamiento.
7. Fiscalización sanitaria: Atribución de la Autoridad de Salud para verificar, sancionar y establecer medidas de seguridad cuando el proveedor incumpla las disposiciones del presente Reglamento y las normas sanitarias de calidad del agua que la Autoridad de Salud emita.
8. Gestión de la calidad de agua de consumo humano: Conjunto de acciones técnico administrativas u operativas que tienen la finalidad de lograr que la calidad del agua para consumo de la población cumpla con los límites máximos permisibles establecidos en el presente reglamento.
9. Inocuidad: Que no hace daño a la salud humana.
10. Límite máximo permisible: Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua.
11. Monitoreo: Seguimiento y verificación de parámetros físicos, químicos, microbiológicos u otros señalados en el presente Reglamento, y de factores de riesgo en los sistemas de abastecimiento del agua.
12. Organización comunal: Son juntas administradoras de servicios de saneamiento, asociación, comité u otra forma de organización, elegidas voluntariamente por la comunidad constituidas con el propósito de administrar, operar y mantener los servicios de saneamiento.
13. Parámetros microbiológicos: Son los microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para el ser humano analizados en el agua de consumo humano.
14. Parámetros organolépticos: Son los parámetros físicos, químicos y/o microbiológicos cuya presencia en el agua para consumo humano pueden ser percibidos por el consumidor a través de su percepción sensorial.
15. Parámetros inorgánicos: Son los compuestos formados por distintos elementos pero que no poseen enlaces carbono-hidrógeno analizados en el agua de consumo humano.
16. Parámetros de control obligatorio (PCO): Son los parámetros que todo proveedor de agua debe realizar obligatoriamente al agua para consumo humano.
17. Parámetros adicionales de control obligatorio (PACO): Parámetros que de exceder los Límites Máximos Permisibles se incorporarán a la lista de parámetros de control obligatorio hasta que el proveedor demuestre que dichos parámetros cumplen con los límites establecidos en un plazo que la Autoridad de Salud de la jurisdicción determine.

18. Plan de control de la calidad (PCC) : Instrumento técnico a través del cual se establecen un conjunto de medidas necesarias para aplicar, asegurar y hacer cumplir la norma sanitaria a fin de proveer agua inocua, con el fin de proteger la salud de los consumidores.
19. Programa de adecuación sanitaria (PAS): Es un instrumento técnico - legal aprobado por la Autoridad de Salud, que busca formalizar y facilitar la adecuación sanitaria a los proveedores de agua de consumo humano al presente Reglamento y a las normas sanitarias de calidad del agua que emita la autoridad competente, en donde se establecen objetivos, metas, indicadores, actividades, inversiones y otras obligaciones, que serán realizadas de acuerdo a un cronograma.
20. Proveedor del servicio de agua para el consumo humano: Toda persona natural o jurídica bajo cualquier modalidad empresarial, junta administradora, organización vecinal, comunal u otra organización que provea agua para consumo humano. Así como proveedores del servicio en condiciones especiales.
21. Proveedores de servicios en condiciones especiales: Son aquellos que se brindan a través de camiones cisterna, surtidores, reservorios móviles, conexiones provisionales. Se exceptúa la recolección individual directa de fuentes de agua como lluvia, río, manantial.
22. Sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano: Conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son accionadas por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde la captación hasta el suministro del agua.
23. Sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control: Sistema que permite identificar, evaluar y controlar peligros que son importantes para la inocuidad del agua para consumo humano.
24. Sistema de tratamiento de agua: Conjunto de componentes hidráulicos; de unidades de procesos físicos, químicos y biológicos; y de equipos electromecánicos y métodos de control que tiene la finalidad de producir agua apta para el consumo humano.
25. Supervisión: Acción de evaluación periódica y sistemática para verificar el cumplimiento del presente reglamento y de aquellas normas sanitarias de calidad del agua que emita la Autoridad de Salud, así como los procesos administrativos y técnicos de competencia del proveedor de agua de consumo humano, a fin de aplicar correctivos administrativos o técnicos que permitan el cumplimiento normativo.
26. Surtidor: Punto de abastecimiento autorizado de agua para consumo humano que provee a camiones cisterna y otros sistemas de abastecimiento en condiciones especiales.

TÍTULO II

GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Artículo 6°.- Lineamientos de gestión

El presente Reglamento se enmarca dentro de la política nacional de salud y los principios establecidos en la Ley N° 26842 - Ley General de Salud. La gestión de la calidad del agua para consumo humano garantiza su inocuidad y se rige específicamente por los siguientes lineamientos:

1. Prevención de enfermedades transmitidas a través del consumo del agua de dudosa o mala calidad;
2. Aseguramiento de la aplicación de los requisitos sanitarios para garantizar la inocuidad del agua para consumo humano;
3. Desarrollo de acciones de promoción, educación y capacitación para asegurar que el abastecimiento, la vigilancia y el control de la calidad del agua para consumo, sean eficientes, eficaces y sostenibles;
4. Calidad del servicio mediante la adopción de métodos y procesos adecuados de tratamiento, distribución y almacenamiento del agua para consumo humano, a fin de garantizar la inocuidad del producto;
5. Responsabilidad solidaria por parte de los usuarios del recurso hídrico con respecto a la protección de la cuenca, fuente de abastecimiento del agua para consumo humano;
6. Control de la calidad del agua para consumo humano por parte del proveedor basado en el análisis de peligros y de puntos críticos de control; y
7. Derecho a la información sobre la calidad del agua consumida.

Artículo 7°.- De la gestión de la calidad del agua de consumo humano

La gestión de la calidad del agua se desarrolla principalmente por las siguientes acciones:

1. Vigilancia sanitaria del agua para consumo humano;
2. Vigilancia epidemiológica de enfermedades transmitidas por el agua para consumo humano;
3. Control y supervisión de calidad del agua para consumo humano;
4. Fiscalización sanitaria del abastecimiento del agua para consumo humano;
5. Autorización, registros y aprobaciones sanitarias de los sistemas de abastecimiento del agua para consumo humano;
6. Promoción y educación en la calidad y el uso del agua para consumo humano; y
7. Otras que establezca la Autoridad de Salud de nivel nacional.

Artículo 8°.- Entidades de la gestión de la calidad del agua de consumo humano

Las entidades que son responsables y/o participan en la gestión para asegurar la calidad del agua para consumo humano en lo que le corresponde de acuerdo a su competencia, en todo el país son las siguientes:

1. Ministerio de Salud;
2. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento;
3. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento;
4. Gobiernos Regionales;
5. Gobiernos Locales Provinciales y Distritales;
6. Proveedores del agua para consumo humano; y
7. Organizaciones comunales y civiles representantes de los consumidores.

TÍTULO III

DE LA AUTORIDAD COMPETENTE PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Artículo 9°.- Ministerio de Salud

La Autoridad de Salud del nivel nacional para la gestión de la calidad del agua para consumo humano, es el Ministerio de Salud, y la ejerce a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA); en tanto, que la autoridad a nivel regional son las Direcciones Regionales de Salud (DIRESA) o Gerencias Regionales de Salud (GRS) o la que haga sus veces en el ámbito regional, y las Direcciones de Salud (DISA) en el caso de Lima, según corresponda. Sus competencias son las siguientes:

DIGESA:

Establece la política nacional de calidad del agua que comprende las siguientes funciones:

1. Diseñar la política nacional de calidad del agua para consumo humano;
2. Normar la vigilancia sanitaria del agua para consumo humano;
3. Normar los procedimientos técnicos administrativos para la autorización sanitaria de los sistemas de tratamiento del agua para consumo humano previsto en el Reglamento;
4. Elaborar las guías y protocolos para el monitoreo y análisis de parámetros físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano;
5. Normar los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano;
6. Normar el procedimiento para la declaración de emergencia sanitaria por las Direcciones Regionales de Salud respecto de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano;
7. Supervisar el cumplimiento de las normas señaladas en el presente Reglamento en los programas de vigilancia de la calidad de agua para consumo humano en las regiones;
8. Otorgar autorización sanitaria a los sistemas de tratamiento de agua para consumo humano de acuerdo a lo señalado en la décima disposición complementaria, transitoria y final del presente reglamento; el proceso de la autorización será realizado luego que el expediente técnico sea aprobado por el ente sectorial o regional competente antes de su construcción;

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

9. Normar los registros señalados en el presente Reglamento y administrar aquellos que establece el artículo 35°, 36° y 38° del presente Reglamento;
10. Normar el plan de control de calidad del agua a cargo del proveedor, para su respectiva aprobación por la Autoridad de Salud de la jurisdicción correspondiente;
11. Consolidar y publicar la información de la vigilancia sanitaria del agua para consumo humano en el país;
12. Realizar estudios de investigación del riesgo de daño a la salud por agua para consumo humano en coordinación con la Dirección General de Epidemiología;
13. Si como resultado de la vigilancia epidemiológica se identifica que alguno de los parámetros a pesar que cumple con el valor establecido en el presente reglamento significa un factor de riesgo al existir otras fuentes de exposición, la Autoridad de Salud podrá exigir valores menores; y
14. Otras responsabilidades establecidas en el presente Reglamento.

DIRESA, GRS o DISA:

1. Vigilar la calidad del agua en su jurisdicción;
2. Elaborar y aprobar los planes operativos anuales de las actividades del programa de vigilancia de la calidad del agua en el ámbito de su competencia y en el marco de la política nacional de Salud establecida por el MINSA - DIGESA;
3. Fiscalizar el cumplimiento de las normas señaladas en el presente Reglamento en su jurisdicción y de ser el caso aplicar las sanciones que correspondan;
4. Otorgar y administrar los registros señalados en el presente Reglamento, sobre los sistemas de abastecimiento del agua para consumo humano en su jurisdicción;
5. Consolidar y reportar la información de vigilancia a entidades del Gobierno Nacional, Regional y Local;
6. Otorgar registro de las fuentes de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano;
7. Aprobar el plan de control de calidad del agua;
8. Declarar la emergencia sanitaria el sistema de abastecimiento del agua para consumo humano cuando se requiera prevenir y controlar todo riesgo a la salud, en sujeción a las normas establecidas por la Autoridad de Salud de nivel nacional;
9. Establecer las medidas preventivas, correctivas y de seguridad, ésta última señalada en el artículo 130° de la Ley N° 26842, Ley General de Salud, a fin de evitar que las operaciones y procesos empleados en el sistema de abastecimiento de agua generen riesgos a la salud de los consumidores; y
10. Otras responsabilidades establecidas en el presente Reglamento.

Artículo 10°.- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en sujeción a sus competencias de ley, está facultado para la gestión de la calidad del agua para consumo humano, a:

1. Prever en las normas de su sector la aplicación de las disposiciones y de los requisitos sanitarios establecidos en el presente Reglamento;
2. Establecer en los planes, programas y proyectos de abastecimiento de agua para consumo humano la aplicación de las normas sanitarias señalados en el presente Reglamento;

3. Disponer las medidas que sean necesarias en su sector, a consecuencia de la declaratoria de emergencia sanitaria del abastecimiento del agua por parte de la autoridad de salud de la jurisdicción, para revertir las causas que la generaron; y
4. Generar las condiciones necesarias para el acceso a los servicios de agua en niveles de calidad y sostenibilidad en su prestación, en concordancia a las disposiciones sanitarias, en especial de los sectores de menores recursos económicos.

Artículo 11°.- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento

La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) está facultada para la gestión de la calidad del agua para consumo, en sujeción a sus competencias de ley, que se detallan a continuación:

1. Formular o adecuar las directivas, herramientas e instrumentos de supervisión de su competencia a las normas sanitarias establecidas en este Reglamento para su aplicación por los proveedores de su ámbito de competencia;
2. Supervisar el cumplimiento de las disposiciones del presente Reglamento en el servicio de agua para consumo humano de su competencia; y
3. Informar a la Autoridad de Salud de su jurisdicción, los incumplimientos en los que incurran los proveedores de su ámbito de competencia, a los requisitos de calidad sanitaria de agua normados en el presente reglamento.

Artículo 12°.- Gobiernos Locales Provinciales y Distritales

Los gobiernos locales provinciales y distritales están facultados para la gestión de la calidad del agua para consumo humano en sujeción a sus competencias de ley, que se detallan a continuación:

1. Velar por la sostenibilidad de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano;
2. Supervisar el cumplimiento de las disposiciones del presente Reglamento en los servicios de agua para consumo humano de su competencia;
3. Informar a la autoridad de salud de la jurisdicción y tomar las medidas que la ley les faculta cuando los proveedores de su ámbito de competencia no estén cumpliendo los requisitos de calidad sanitaria normados en el presente Reglamento; y
4. Cooperar con los proveedores del ámbito de su competencia la implementación de las disposiciones sanitarias normadas en el presente Reglamento.

Lo señalado en los numerales 2 y 3 del presente artículo es aplicable para los gobiernos locales provinciales en el ámbito urbano y periurbano; y por los gobiernos locales distritales en el ámbito rural. Cuando se trate de entidades prestadoras de régimen privado el Gobierno Local deberá comunicar a la SUNASS para la acción de ley que corresponda.

TÍTULO IV VIGILANCIA SANITARIA

Artículo 13°.- Vigilancia Sanitaria

La vigilancia sanitaria del agua para consumo humano es una atribución de la Autoridad de Salud, que se define y rige como:

1. La sistematización de un conjunto de actividades realizadas por la Autoridad de Salud, para identificar y evaluar factores de riesgo que se presentan en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, desde la captación hasta la entrega del producto al consumidor, con la finalidad de proteger la salud de los consumidores en cumplimiento de los requisitos normados en este Reglamento;
2. Un sistema conducido por la Autoridad de Salud, el cual está conformado por consumidores, proveedores, instituciones de salud y de supervisión de ámbito local, regional y nacional; y
3. El establecimiento de prioridades y de estrategias para la prevención o eliminación de los factores de riesgo en el abastecimiento del agua, que la Autoridad de Salud establezca para el cumplimiento por el proveedor.

Artículo 14°.- Programa de vigilancia

La DIGESA y las Direcciones de Salud o las Direcciones Regionales de Salud o las Gerencias Regionales de Salud en todo el país, administran el programa de vigilancia sanitaria del abastecimiento del agua, concordante a sus competencias y con arreglo al presente Reglamento. Las acciones del programa de vigilancia se organizan de acuerdo a los siguientes criterios:

1. Registro.- Identificación de los proveedores y caracterización de los sistemas de abastecimiento de agua;
2. Ámbito.- Definición de las zonas de la actividad básica del programa de vigilancia, distinguiendo el ámbito de residencia: urbano, peri urbano y rural, a fin de determinar la zona de trabajo en áreas geográficas homogéneas en cuanto a tipo de suministro, fuente y administración del sistema de abastecimiento del agua;
3. Autorización sanitaria.- Permiso que otorga la autoridad de salud que verifica los procesos de potabilización el agua para consumo humano, garantizando la remoción de sustancias o elementos contaminantes para la protección de la salud;
4. Monitoreo.- Seguimiento y verificación de parámetros físicos, químicos, microbiológicos u otros señalados en el presente Reglamento, y de factores de riesgo en los sistemas de abastecimiento del agua;
5. Calidad del agua.- Determinación de la calidad del agua suministrada por el proveedor, de acuerdo a los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano establecidos en el presente Reglamento; y
6. Desarrollo de indicadores.- Procesamiento y análisis de los resultados de los monitoreos de la calidad del agua, del sistema de abastecimiento y del impacto en la morbilidad de las enfermedades de origen o vinculación al consumo del agua.

Artículo 15°.- Sistema de información

La DIGESA norma, organiza y administra el Sistema Nacional de Información de la vigilancia sanitaria del agua para consumo humano, a través de la estructura orgánica de las DIRESAs, GRSs, DISAs, Gobiernos Locales, Proveedores, Organismos de supervisión y Consumidores.

Artículo 16°.- Difusión de información

La DIGESA consolida la información nacional referente a la calidad del agua, así como las autorizaciones y registros normados en este Reglamento, publicándose y distribuyéndose periódicamente. La DISA o DIRESA o GRS, según corresponda, consolidará la información de su jurisdicción, para lo cual se ajustará a las directivas que sobre la materia la DIGESA emita.

Artículo 17°.- Vigilancia epidemiológica

La Dirección General de Epidemiología (DGE) del Ministerio de Salud es responsable de la organización y coordinación de la vigilancia epidemiológica de las enfermedades vinculadas al consumo del agua y le corresponde:

1. Definir y organizar el registro y la notificación de enfermedades indicadoras del riesgo de transmisión de organismos patógenos por vía hídrica;
2. Sistematizar las acciones de investigación para identificar y evaluar los factores de riesgo y brotes de enfermedades de origen hídrico;
3. Consolidar y suministrar información para establecer las prioridades y estrategias para la prevención o eliminación de los factores que condicionan las enfermedades de origen hídrico, en coordinación con la DIGESA; y
4. Informar a la DIGESA los hallazgos de la vigilancia epidemiológica relacionados a valores de parámetros de calidad de agua para consumo humano que cumplen con lo dispuesto en el presente Reglamento pero que puedan constituir un riesgo a la salud de las personas.

Artículo 18°.- Vigilancia epidemiológica en el ámbito local

La Dirección General de Epidemiología del Ministerio de Salud dictará las normas y guías para regular las acciones previstas en el artículo precedente. La DISA o DIRESA o GRS, a través de la Dirección Ejecutiva de Epidemiología, o la que haga sus veces, aplicará en su jurisdicción las normas y directivas para operar en el ámbito local el sistema de vigilancia epidemiológica de enfermedades vinculadas al consumo del agua, y coordinarán con la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental, o la que haga sus veces, para tomar las medidas necesarias para la prevención de brotes epidémicos.

TÍTULO V CONTROL Y SUPERVISION DE CALIDAD

Artículo 19°.- Control de calidad

El control de calidad del agua para consumo humano es ejercido por el proveedor en el sistema de abastecimiento de agua potable. En este sentido, el proveedor a través de sus procedimientos garantiza el cumplimiento de las disposiciones y requisitos sanitarios del presente reglamento, y a través de prácticas de autocontrol, identifica fallas y adopta las medidas correctivas necesarias para asegurar la inocuidad del agua que provee.

Artículo 20°.- Supervisión de Calidad

La Autoridad de Salud, la SUNASS, y las Municipalidades en sujeción a sus competencias de ley, supervisan en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano de su competencia el cumplimiento de las disposiciones y los requisitos sanitarios del presente reglamento.

Artículo 21°.- Autocontrol de calidad

El autocontrol de la calidad del agua para consumo humano es una responsabilidad del proveedor, que se define y rige como:

1. El conjunto de actividades realizadas, para identificar, eliminar o controlar todo riesgo en los sistemas de abastecimiento del agua, desde la captación hasta el punto en donde hace entrega el producto al consumidor, sea éste en la conexión predial, pileta pública, surtidor de tanques cisterna o el punto de entrega mediante camión cisterna, para asegurar que el agua de consumo se ajuste a los requisitos normados en el presente Reglamento;
2. La verificación de la eficiencia y calidad sanitaria de los componentes del sistema de abastecimiento;
3. La sistematización de los reclamos y quejas de los consumidores sobre la calidad del agua que se suministra u otros riesgos sanitarios generados por el sistema de abastecimiento, a fin de adoptar las medidas correctivas correspondientes; y
4. La aplicación del plan de contingencia para asegurar la calidad del agua para consumo en casos de emergencia.

Artículo 22°.- Plan de control de calidad del agua (PCC)

El autocontrol que el proveedor debe aplicar es sobre la base del Plan de Control de Calidad (PCC) del sistema de abastecimiento del agua para consumo humano que se sustenta en los siguientes principios:

1. Identificación de peligros, estimación de riesgos y establecimiento de las medidas para controlarlos;
2. Identificación de los puntos donde el control es crítico para el manejo de la inocuidad del agua para consumo humano;
3. Establecimiento de límites críticos para el cumplimiento de los puntos de control;
4. Establecimiento de procedimientos para vigilar el cumplimiento de los límites críticos de los puntos de control;
5. Establecimiento de medidas correctivas que han de adoptarse cuando el monitoreo indica que un determinado punto crítico de control no está controlado;

6. Establecimiento de procedimientos de comprobación para confirmar que el sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control funciona en forma eficaz; y
7. Establecimiento de un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y los registros apropiados para estos principios y su aplicación.

Artículo 23°.- Niveles de plan de control de calidad del agua

De acuerdo a los sistemas de abastecimiento y ámbitos de residencia, se establecen tres niveles de planes de control de calidad:

1. Plan de control de calidad de nivel I (PCC-I)
Proveedores que abastecen de agua mediante sistemas convencionales en áreas urbanas y periurbanas;
2. Plan de control de calidad de nivel II (PCC-II)
Proveedores que abastecen de agua mediante camiones cisternas u otros servicios prestados en condiciones especiales en las áreas urbanas y periurbanas; y
3. Plan de control de calidad de nivel III (PCC-III)
Proveedores que abastecen de agua mediante sistemas convencionales y otros servicios prestados en condiciones especiales en áreas rurales.

La Autoridad de Salud de nivel nacional normará los planes de control de calidad descritos en el presente artículo.

Artículo 24°.- Análisis de peligros y de puntos críticos de control

El plan de control de calidad señalado en el artículo 22° se aplica con arreglo a lo siguiente:

1. El proveedor prepara el plan de control de calidad del agua sustentado en el análisis de peligros y de puntos críticos de control que incluye la fuente, la captación, producción, sistema de tratamiento y sistema de distribución, ciñéndose al presente Reglamento y la norma que emita la Autoridad de Salud de nivel nacional;
2. El proveedor presentará a la Dirección Regional de Salud o Gerencia Regional de Salud o Dirección de Salud de la jurisdicción en donde opera, el plan de control de calidad del agua sustentado en el análisis de peligros y de puntos críticos de control, para fines de aprobación, registro y auditorías correspondientes;
3. El proveedor deberá efectuar periódicamente todas las verificaciones y controles que sean necesarias para corroborar la correcta aplicación del plan de control de calidad del agua sustentado en el análisis de peligros y de puntos críticos de control; y
4. Cada vez que ocurran cambios en las operaciones o procesos, tanto en el sistema de tratamiento como en el sistema de distribución del agua, que modifique la información sobre el análisis de riesgos en los puntos de control críticos, el proveedor efectuará las verificaciones correspondientes orientadas a determinar si el plan de control de calidad del agua sustentado en el análisis de peligros y de puntos críticos de control es apropiado o requiere modificaciones para cumplir los requerimientos sanitarios, los cuales serán informados a la DIRESA o GRS o DISA.

Artículo 25°.- Registro de información

Los proveedores del agua para consumo humano están obligados por un plazo no menor de **cinco (05)** años a mantener toda la documentación relacionada con el registro de la información que sustenta la aplicación del Plan de Control de la Calidad

del agua, consignando los procedimientos de control y seguimiento de los puntos críticos aplicados, los resultados obtenidos y las medidas correctivas adoptadas. La información debe ser manejada en forma precisa y eficiente y estar a disposición de la Autoridad de Salud, la SUNASS, la Municipalidad correspondiente y del Sistema de Información Sectorial en Saneamiento (SIAS).

Artículo 26.- Responsabilidad solidaria

El titular de la entidad proveedora y el profesional encargado del control de calidad, son solidariamente responsables de la calidad e inocuidad del agua, que se entrega para el consumo humano. Asimismo, esta disposición alcanza a los propietarios tanto del surtidor como del camión cisterna cuando la provisión es mediante esta modalidad.

Artículo 27°.- Programación de las acciones de supervisión

Las entidades a que se refiere el artículo 20 deberán programar las acciones de supervisión para cada proveedor de su ámbito de competencia, las que incluyen la fuente de agua, el sistema de tratamiento, sistema de almacenamiento y sistema de distribución, de acuerdo a su competencia. La copia del reporte de la acción de supervisión será remitida a la Autoridad de Salud de la jurisdicción.

Artículo 28°.- Programación de acciones de control adicionales

En aquellos sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano donde se ha comprobado la presencia de cualquiera de los parámetros que exceden los Límites Máximos Permisibles señalados en el Anexo II y Anexo III del presente Reglamento, serán objeto de acciones de control adicionales por parte del proveedor.

TÍTULO VI FISCALIZACIÓN SANITARIA

Artículo 29°.- Fiscalización sanitaria

La fiscalización sanitaria en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, es una atribución de la Autoridad de Salud competente, que comprende:

1. Toda acción de vigilancia y/o denuncia que determine un supuesto incumplimiento de lo establecido en el presente Reglamento, genera las acciones de fiscalización por la Autoridad de Salud;
2. La verificación del cumplimiento de las medidas preventivas y correctivas establecidas en la acción de supervisión y la vigilancia sanitaria;
3. Se inicia el Proceso Sancionador por incumplimiento de lo dispuesto en el presente reglamento, estableciéndose las medidas correctivas indicadas en el numeral anterior o de las disposiciones técnicas o formales señaladas en el presente Reglamento; y
4. La imposición de medidas de seguridad y sanciones a los proveedores en sujeción a las disposiciones establecidas en el Título X del presente Reglamento y a las normas legales señaladas en la cuarta disposición complementaria, transitoria y final del presente Reglamento en lo que corresponda.

Artículo 30°.- De la implementación de medidas correctivas

Al recibir el informe técnico de la acción de supervisión o vigilancia del incumplimiento de alguna de las disposiciones del presente Reglamento, la DISA o la DIRESA o GRS comunicará al proveedor la implementación de las medidas correctivas en un plazo razonable a fin de prevenir o controlar cualquier factor de riesgo a la salud de la población; si dichas medidas no son atendidas en el plazo establecido; se aplicarán las sanciones de acuerdo a lo indicado en el Título X del presente Reglamento.

Artículo 31°.- Resarcimiento en caso de brotes epidémicos

Los daños que ocasione el proveedor a la población por todo brote epidémico de enfermedades cuya transmisión se ha originado por el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, deben ser resarcidos en la forma y modo previsto en la legislación vigente.

Artículo 32°.- Supervisión de autorizaciones y registros

Toda autorización o registro que la DIGESA emita al amparo del presente Reglamento será puesto en conocimiento de la DIRESA o GRS o DISA correspondiente, para fines de supervisión u otras acciones que requiera realizar la Autoridad de Salud de la jurisdicción.

TÍTULO VII APROBACIÓN, REGISTRO Y AUTORIZACIÓN SANITARIA

Artículo 33°.- Administración de la autorización y registro

La Autoridad de Salud de nivel nacional norma los aspectos técnicos y formales para las autorizaciones y registros señalados en el presente Reglamento.

Artículo 34°.- Requisitos sanitarios para los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano

Todo sistema de abastecimiento de agua para consumo humano existente, nuevo, ampliación o mejoramiento debe contar con registro de sus fuentes, registro del sistema de abastecimiento y autorización sanitaria de sistemas de tratamiento, plan de control de calidad (PCC), a fin de garantizar la inocuidad del agua de consumo humano para la protección de la salud según lo señalado en el Anexo V.

Artículo 35°.- Registro de sistemas de abastecimiento de agua

35.1 La DIRESA, GRS o DISA es responsable en su jurisdicción de otorgar registro a los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano que son administrados por empresas privadas o públicas, municipales, juntas administradoras u otra organización comunal que haga dicha función en sujeción al presente Reglamento y las normas técnicas que se emitan.

35.2 Para otorgar dicho registro la Autoridad de Salud correspondiente, deberá evaluar:

1. El informe de la fuente del agua del sistema de abastecimiento, el cual deberá incluir la calidad físico-química, bacteriológica y parasitológica expedido por un laboratorio; caudal promedio y tipo de captación;
 2. Memoria descriptiva del sistema de abastecimiento del agua para consumo humano, el cual describirá por lo menos los componentes del sistema, distinguiendo el tratamiento de la distribución; población atendida; tipos de suministro: conexiones prediales, piletas, surtidores u otros; cobertura; continuidad del servicio y calidad del agua suministrada; y
 3. Otros requisitos que la DIGESA establezca.
- 35.3 Toda entidad o institución que financie y/o ejecute la construcción de sistemas de abastecimiento de agua, está obligada a asegurar el registro del sistema previo a la entrega de la obra a los proveedores, en concordancia a la disposición del presente artículo.
- 35.4 La DIGESA consolidará anualmente la información de la DIRESA, GRS y DISA respecto a los sistemas de abastecimiento de agua registrados, debiendo remitir este compendio al Viceministerio de Construcción y Saneamiento del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento cada mes de marzo para su uso en la planificación de sus planes sectoriales.

Artículo 36°.- Registro de las fuentes de agua para consumo humano

El expediente para el registro de la fuente de agua, otorgada por la DIRESA, GRS o DISA, deberá contar con la licencia de uso de agua emitida por el sector correspondiente, estudio de factibilidad de fuentes de agua; la caracterización de la calidad física, química, microbiológica y parasitológica de la fuente seleccionada, la que estará sustentada con análisis realizados por un laboratorio acreditado en los métodos de análisis de agua para consumo humano; además de otros requisitos técnicos y formales que la legislación de la materia imponga.

Artículo 37°.- Autorización sanitaria del sistema de tratamiento de agua.

El expediente para la autorización sanitaria del sistema de tratamiento de agua para consumo humano, existente, nuevo, ampliación o mejoramiento a ser presentado en la DIGESA deberá contar con el registro de la fuente de agua; además de otros requisitos técnicos y formales que la legislación de la materia imponga.

Artículo 38°.- Registro sanitario de desinfectantes y otros insumos utilizados en el tratamiento del agua para consumo humano

Las empresas dedicadas a la producción y comercialización de desinfectantes u otros insumos químicos o bioquímicos utilizados en el tratamiento del agua para consumo humano, están obligadas a inscribir sus productos en el registro sanitario que la DIGESA administra.

Artículo 39°.- Autorización sanitaria de estaciones de surtidores y proveedores mediante camiones cisterna u otros medios en condiciones especiales de distribución de agua

La DIRESA o GRS o DISA en su jurisdicción otorgará la respectiva autorización sanitaria a la estación de surtidores de agua y proveedores mediante camiones cisterna u otros medios en condiciones especiales de distribución del agua para consumo humano, con sujeción al presente Reglamento y las normas técnicas que se emitan, el cual será requisito para la licencia de funcionamiento o documento equivalente expedido por la municipalidad de la jurisdicción. La copia de la autorización señalada en este artículo deberá ser remitida a la DIGESA.

Artículo 40°.- Aprobación del plan de control de calidad

1. Todo proveedor formulará su Plan de Control de Calidad de agua para consumo humano de acuerdo a las normas sanitarias establecidas en el presente Reglamento y las específicas que emita la Autoridad de Salud de nivel nacional, el cual debe estar suscrito, por un ingeniero sanitario colegiado habilitado o ingeniero colegiado habilitado de otra especialidad afín con especialización en tratamiento de agua otorgado por una universidad y/o experiencia acreditada, quien será responsable de la formulación y de la dirección técnica del mismo;
2. El plan de control de calidad debe establecer el programa de monitoreo de los parámetros de control obligatorio. También serán incluidos como obligatorios los parámetros adicionales de control establecidos en este Reglamento, cuando los resultados del estudio de caracterización del agua (físico-química, microbiológica y parasitológica) sustentados con análisis realizados en un laboratorio que cumpla con lo dispuesto en el artículo 72° verifiquen niveles que sobrepasen los límites máximos permisibles, establecidos en el presente reglamento o se determine el riesgo a través de la acción de vigilancia y supervisión y de las actividades de la cuenca;
3. El plan de control de calidad así como el estudio de caracterización se aplicará en la fuente, a la salida del sistema de tratamiento, el almacenamiento, sistema de distribución y hasta la caja de registro o en su ausencia hasta el límite del predio del usuario;
4. El proveedor presentará a la Autoridad de Salud de la jurisdicción su plan de control de calidad para su respectiva aprobación mediante Resolución Directoral; y
5. Para aquellas comunidades con población menor o igual a 2000 habitantes considerando las condiciones de pobreza, el Ministerio de Salud en coordinación con el Gobierno Regional, a través de la Gerencia Regional de Vivienda brindará la asistencia técnica para la aprobación del Plan de Control de Calidad, que se ajustarán a la directiva que para tales efectos elaborará el Ministerio de Salud.

Artículo 41°.- Los procedimientos para aprobación, autorización y registro

Los procedimientos administrativos de aprobación, autorización y registro, están sujetos al presente reglamento y a las demás disposiciones pertinentes según corresponda. Para el caso de lo establecido en los artículos 34°, 35°, 36°, 37°, 38° y 39° del presente Reglamento, los documentos técnicos deberán estar suscritos por el Ingeniero Sanitario Colegiado o ingeniero colegiado habilitado de otra especialidad afín con especialización en tratamiento de agua otorgado por una universidad y/o experiencia acreditada, quien deberá ser responsable del proyecto o de la actividad.

Artículo 42°.- Requisitos para aprobación, autorización y registro

La DIGESA de acuerdo a su competencia señalada en el presente Reglamento, establecerá los requisitos correspondientes que los administrados deberán presentar para solicitar aprobación, autorización o registro que el presente Reglamento ha establecido, los que estarán descritos en el Texto Único de Procedimientos Administrativos -TUPA de la institución.

Artículo 43°.- Vigencia y renovación de la autorización y registro

Las autorizaciones y los registros normados en el presente Reglamento tienen una vigencia de cuatro (04) años contados a partir de la fecha de su otorgamiento; con excepción del registro para estaciones de surtidores y camiones cisterna, los cuales tendrán una vigencia de dos (02) años y con excepción de la aprobación del Plan de

Control de Calidad previsto en el artículo 40° cuya vigencia será de acuerdo a lo señalado en el artículo 53° del presente Reglamento.

La renovación de la misma será previa solicitud presentada por el titular o representante legal, con seis (06) meses de anterioridad a la fecha de su vencimiento.

Artículo 44°.- De la tramitación para la exoneración de pagos

Los sistemas de abastecimiento de agua de las comunidades del ámbito rural, administrados por juntas administradoras u otra organización comunal, que hayan sido financiados por el gobierno local con recursos del Fondo de Compensación Municipal o por la misma comunidad, podrán estar exceptuados del pago de todo derecho administrativo que se origine por este Reglamento, mediante Ley expresa.

TÍTULO VIII
ABASTECIMIENTO DE AGUA, PROVEEDOR Y CONSUMIDOR
Capítulo I
Sistema de Abastecimiento de Agua

Artículo 45°.- Sistema de abastecimiento de agua

Para efectos de la aplicación del presente Reglamento, se define como sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, al conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son accionadas por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde la captación hasta el suministro del agua mediante conexión domiciliaria, para un abastecimiento convencional cuyos componentes cumplan las normas de diseño del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento; así como aquellas modalidades que no se ajustan a esta definición, como el abastecimiento mediante camiones cisterna u otras alternativas, se entenderán como servicios en condiciones especiales.

Artículo 46°.- Tipos de suministro

El sistema de abastecimiento de agua atiende a los consumidores a través de los siguientes tipos de suministro:

1. Conexiones domiciliarias;
2. Piletas públicas;
3. Camiones cisterna; y
4. Mixtos, combinación de los anteriores.

En caso que el abastecimiento sea directo mediante pozo, lluvia, río, manantial entre otros, se entenderá como recolección individual el tipo de suministro.

Artículo 47°.- Componentes hidráulicos del sistema de abastecimiento

Los principales componentes hidráulicos en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, de acuerdo al tipo de suministro, son los siguientes:

1. Estructuras de captación para aguas superficiales o subterráneas;
2. Pozos;
3. Reservorios;

4. Cámaras de bombeos y rebombeo;
5. Cámara rompe presión;
6. Planta de tratamiento;
7. Líneas de aducción, conducción y red de distribución;
8. Punto de suministro; y
9. Otros.

Artículo 48°.- Requisitos sanitarios de los componentes de los sistemas de abastecimiento de agua

La Autoridad de Salud del nivel nacional normará los requisitos sanitarios que deben reunir los componentes de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano en concordancia con las normas de diseño del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, los que serán vigilados por la Autoridad de Salud del nivel regional, los mismos que deberá considerar sistemas de protección, condiciones sanitarias internas y externas de las instalaciones, sistema de desinfección y otros requisitos de índole sanitario.

Capítulo II

Del Proveedor del Agua para Consumo Humano

Artículo 49.- Proveedor del agua para consumo humano

Para efectos del presente Reglamento deberá entenderse como proveedor de agua para consumo humano, a toda persona natural o jurídica bajo cualquier modalidad empresarial, junta administradora, organización vecinal, comunal u otra organización que provea agua para consumo humano. Así como proveedores de servicios en condiciones especiales.

Artículo 50°.- Obligaciones del proveedor

El proveedor de agua para consumo humano está obligado a:

1. Suministrar agua para consumo humano cumpliendo con los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos establecidos en el presente Reglamento;
2. Controlar la calidad del agua que suministra para el consumo humano de acuerdo a lo normado en el presente Reglamento;
3. Inscribirse en los registros que la Autoridad de Salud administra en sujeción al presente Reglamento;
4. Suministrar a la Autoridad de Salud y al órgano de control toda información vinculada con el control de calidad del agua, con carácter de declaración jurada;
5. Colaborar en las acciones de protección y recuperación de las fuentes hídricas que la autoridad establezca;
6. Informar a la Autoridad de Salud y al órgano de control así como a los consumidores de las alteraciones, modificaciones o contingencias presentadas en el servicio de suministro del agua en forma oportuna e indicando las medidas preventivas y correctivas a tomar;

7. Obtener los registros, aprobaciones y autorizaciones sanitarias que establece el presente Reglamento;
8. Brindar las facilidades que se requiera a los representantes autorizados del órgano de supervisión y de salud, para realizar las acciones de vigilancia y supervisión; y
9. Cumplir con las demás disposiciones del presente Reglamento y de las normas técnicas que emitan la autoridad de salud de nivel nacional.

Artículo 51°.- Uso de desinfectantes y otros insumos químicos

Todo proveedor de agua para consumo humano sólo podrá hacer uso de aquellos desinfectantes, insumos químicos y bioquímicos que posean registro sanitario.

Artículo 52°.- Obligatoriedad de cumplimiento del plan de control de calidad

El proveedor es responsable por la calidad del agua para consumo humano que suministra y está obligado a aplicar un plan de control de calidad (PCC), que incluya la fuente, la captación, producción y distribución, a fin de asegurar el cumplimiento de los requisitos de calidad del agua establecidos en el presente Reglamento.

Artículo 53°.- Presentación del plan de control de calidad

El plan de control de calidad del agua para consumo humano que el proveedor aplica debe ser formulado de acuerdo a lo dispuesto en el presente Reglamento y a las normas técnicas que emita la Autoridad de Salud de nivel nacional. Dicho plan se formulará sobre la base del análisis de riesgos verificados a partir de una caracterización del agua o se determine el riesgo a través de la acción de vigilancia y supervisión y de las actividades de la cuenca que establezca los parámetros microbiológicos, inorgánicos, orgánicos y organolépticos y los puntos de muestreo o críticos de control del sistema de abastecimiento, y será el patrón de referencia para la posterior acción de supervisión y vigilancia sanitaria. Los planes de control de calidad, deberán:

1. Ser aprobados por la Dirección Regional de Salud o Gerencia Regional de Salud o Dirección de Salud de la jurisdicción donde desarrolla la actividad el proveedor, por un período de vigencia que determinará dicha Autoridad de Salud;
2. La vigencia señalada en el numeral precedente está entre dos (02) a seis (06) años, considerándose el tipo de fuente, tamaño y complejidad del sistema de abastecimiento; y
3. El proveedor iniciará la gestión para la renovación de la vigencia del plan de control de la calidad ante la Autoridad de Salud, seis (06) meses antes de la fecha de vencimiento de la Resolución Directoral con la que fue aprobada.

Artículo 54°.- Plan de contingencia

En casos de emergencia tales como desastres naturales, sequías u otras causas el proveedor aplicará su plan de contingencia consignado en los instrumentos ambientales aprobados por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, con el propósito de asegurar el suministro y la calidad del agua durante el período que dure la emergencia. Dicho plan identificará las fuentes alternas y tratamiento que permita que la calidad del agua a ser suministrada cumpla con las normas del Título IX del presente Reglamento.

Artículo 55.- Comunidades del ámbito rural

Cuando se tenga que normar, vigilar, supervisar, fiscalizar y autorizar los aspectos sanitarios de los sistemas de tratamiento de agua para consumo humano que son administrados por juntas administradoras u otra organización comunal, se deberá tener en cuenta las condiciones socioeconómicas e infraestructura rural, sin afectar la calidad del agua a suministrar a la población.

Capítulo III Del Consumidor

Artículo 56.- Obligaciones y derechos del consumidor

El consumidor tiene derecho y está obligado a:

1. Comunicar a los proveedores, la municipalidad, la SUNASS y a la Autoridad de Salud, cuando detecte cualquier alteración organoléptica en el agua o falla en el sistema;
2. Almacenar el agua para consumo humano con el cuidado necesario a fin de evitar la contaminación, aplicando hábitos de higiene adecuados y previendo depósitos con cierre o tapa segura;
3. Facilitar las labores de inspección al personal técnico de las entidades proveedoras y a las autoridades de salud y de supervisión, debidamente identificados;
4. Cumplir las disposiciones referidas al pago de la tarifa o cuota aprobada del suministro para contribuir con la sostenibilidad de calidad del agua;
5. Participar en campañas de protección y uso del agua, que las autoridades competentes promuevan;
6. Contar con un suministro de agua para consumo humano que cumpla con los requisitos establecidos en el presente Reglamento;
7. Acceder a la información sobre la calidad del agua en forma gratuita y oportuna; y
8. Hacer uso racional del agua y acatar las disposiciones que la Autoridad Sanitaria disponga en caso de emergencia.

Artículo 57.- Precauciones en casos de corte de servicio

En caso de almacenamiento debido al corte de servicio, el consumidor podrá hacer uso de aquellos desinfectantes que cuenten con registro sanitario que otorga la DIGESA. Cuando éstos son soluciones cloradas, el consumidor deberá tomar las precauciones que la Autoridad de Salud ha establecido o las instrucciones que están consignadas en el rotulo del producto, con respecto al uso de las cantidades para asegurar una concentración adecuada.

Artículo 58.- Precauciones en casos de emergencia

En casos de desastres naturales, sequías u otras causas, el consumidor, deberá hervir el agua antes de consumirla y tomar los máximos cuidados de higiene en su manipulación.

TÍTULO IX

REQUISITOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Artículo 59°.- Agua apta para el consumo humano

Es toda agua inocua para la salud que cumple los requisitos de calidad establecidos en el presente Reglamento.

Artículo 60°.- Parámetros microbiológicos y otros organismos

Toda agua destinada para el consumo humano, como se indica en el Anexo I, debe estar exenta de:

1. Bacterias coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli*;
2. Virus;
3. Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos;
4. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nemátodos en todos sus estadios evolutivos; y
5. Para el caso de Bacterias Heterotróficas menos de 500 UFC/ml a 35°C.

Artículo 61°.- Parámetros de calidad organoléptica

El noventa por ciento (90%) de las muestras tomadas en la red de distribución en cada monitoreo establecido en el plan de control, correspondientes a los parámetros químicos que afectan la calidad estética y organoléptica del agua para consumo humano, no deben exceder las concentraciones o valores señalados en el Anexo II del presente Reglamento. Del diez por ciento (10%) restante, el proveedor evaluará las causas que originaron el incumplimiento y tomará medidas para cumplir con los valores establecidos en el presente Reglamento.

Artículo 62°.- Parámetros inorgánicos y orgánicos

Toda agua destinada para el consumo humano, no deberá exceder los límites máximos permisibles para los parámetros inorgánicos y orgánicos señalados en la Anexo III del presente Reglamento.

Artículo 63°.- Parámetros de control obligatorio (PCO)

Son parámetros de control obligatorio para todos los proveedores de agua, los siguientes:

1. Coliformes totales;
2. Coliformes termotolerantes;
3. Color;
4. Turbiedad;
5. Residual de desinfectante; y
6. pH.

En caso de resultar positiva la prueba de coliformes termotolerantes, el proveedor debe realizar el análisis de bacterias *Escherichia coli*, como prueba confirmativa de la contaminación fecal.

Artículo 64º.- Parámetros adicionales de control obligatorio (PACO)

De comprobarse en los resultados de la caracterización del agua la presencia de los parámetros señalados en los numerales del presente artículo, en los diferentes puntos críticos de control o muestreo del plan de control de calidad (PCC) que exceden los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en el presente Reglamento, o a través de la acción de vigilancia y supervisión y de las actividades de la cuenca, se incorporarán éstos como parámetros adicionales de control (PACO) obligatorio a los indicados en el artículo precedente.

1. Parámetros microbiológicos
Bacterias heterotróficas; virus; huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos; y organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nemátodos en todos sus estadios evolutivos.
2. Parámetros organolépticos
Sólidos totales disueltos, amoníaco, cloruros, sulfatos, dureza total, hierro, manganeso, aluminio, cobre, sodio y zinc, conductividad;
3. Parámetros inorgánicos
Plomo, arsénico, mercurio, cadmio, cromo total, antimonio, níquel, selenio, bario, fluor y cianuros, nitratos, boro, clorito clorato, molibdeno y uranio.
4. Parámetros radiactivos

Esta condición permanecerá hasta que el proveedor demuestre que dichos parámetros cumplen con los límites establecidos en la presente norma, en un plazo que la Autoridad de Salud de la jurisdicción determine.

En caso tengan que hacerse análisis de los parámetros orgánicos del Anexo III y que no haya capacidad técnica para su determinación en el país, el proveedor de servicios se hará responsable de cumplir con esta caracterización, las veces que la autoridad de salud determine.

En caso que el proveedor excediera los plazos que la autoridad ha dispuesto para cumplir con los LMP para el parámetro adicional de control, la Autoridad de Salud aplicará medidas preventivas y correctivas que correspondan de acuerdo a ley sobre el proveedor, y deberá efectuar las coordinaciones necesarias con las autoridades previstas en los artículos 10º, 11º y 12º del presente Reglamento, para tomar medidas que protejan la salud y prevengan todo brote de enfermedades causado por el consumo de dicha agua.

Artículo 65º.- Parámetros inorgánicos y orgánicos adicionales de control

Si en la vigilancia sanitaria o en la acción de supervisión del agua para consumo humano de acuerdo al plan de control de calidad (PCC) se comprobare la presencia de cualquiera de los parámetros que exceden los LMP señalados en el Anexo III del presente Reglamento, la Autoridad de Salud y los proveedores de agua procederán de acuerdo a las disposiciones señaladas en el artículo precedente.

Artículo 66º.- Control de desinfectante

Antes de la distribución del agua para consumo humano, el proveedor realizará la desinfección con un desinfectante eficaz para eliminar todo microorganismo y dejar un residual a fin de proteger el agua de posible contaminación microbiológica en la distribución. En caso de usar cloro o solución clorada como desinfectante, las muestras tomadas en cualquier punto de la red de distribución, no deberán contener menos de 0.5 mgL⁻¹ de cloro residual libre en el noventa por ciento (90%) del total de muestras tomadas durante un mes. Del diez por ciento (10%) restante, ninguna debe contener menos de 0.3 mgL⁻¹ y la turbiedad deberá ser menor de 5 unidad nefelométrica de turbiedad (UNT).

Artículo 67°.- Control por contaminación microbiológica

Si en una muestra tomada en la red de distribución se detecta la presencia de bacterias totales y/o coliformes termotolerantes, el proveedor investigará inmediatamente las causas para adoptar las medidas correctivas, a fin de eliminar todo riesgo sanitario, y garantizar que el agua en ese punto tenga no menos de 0.5 mgL⁻¹ de cloro residual libre. Complementariamente se debe recolectar muestras diarias en el punto donde se detectó el problema, hasta que por lo menos en dos muestras consecutivas no se presenten bacterias coliformes totales ni termotolerantes.

Artículo 68°.- Control de parámetros químicos

Cuando se detecte la presencia de uno o más parámetros químicos que supere el límite máximo permisible, en una muestra tomada en la salida de la planta de tratamiento, fuentes subterráneas, reservorios o en la red de distribución, el proveedor efectuará un nuevo muestreo y de corroborarse el resultado del primer muestreo investigará las causas para adoptar las medidas correctivas, e inmediatamente comunicará a la Autoridad de Salud de la jurisdicción, bajo responsabilidad, a fin de establecer medidas sanitarias para proteger la salud de los consumidores y otras que se requieran en coordinación con otras instituciones del sector.

Artículo 69°.- Tratamiento del agua cruda

El proveedor suministrará agua para consumo humano previo tratamiento del agua cruda. El tratamiento se realizará de acuerdo a la calidad del agua cruda, en caso que ésta provenga de una fuente subterránea y cumpla los límites máximos permisibles (LMP) señalados en los Anexos del presente Reglamento, deberá ser desinfectada previo al suministro a los consumidores.

Artículo 70°.- Sistema de tratamiento de agua

El Ministerio de Salud a través de la DIGESA emitirá la norma sanitaria que regula las condiciones que debe presentar un sistema de tratamiento de agua para consumo humano en concordancia con las normas técnicas de diseño del MVCS, tanto para el ámbito urbano como para el ámbito rural.

Artículo 71.- Muestreo, frecuencia y análisis de parámetros

La frecuencia de muestreo, el número de muestras y los métodos analíticos correspondientes para cada parámetro normado en el presente Reglamento, serán establecidos mediante Resolución Ministerial del Ministerio de Salud, la misma que deberá estar sustentada en un informe técnico emitido por DIGESA.

Artículo 72°.- Pruebas analíticas confiables

Las pruebas analíticas deben realizarse en laboratorios que tengan como responsables de los análisis a profesionales colegiados habilitados de ciencias e ingeniería, además deben contar con métodos, procedimientos y técnicas debidamente confiables y basados en métodos normalizados para el análisis de agua para consumo humano de reconocimiento internacional, en donde aseguren que los límites de detección del método para cada parámetro a analizar estén por debajo de los límites máximos permisibles señalados en el presente Reglamento.

Las indicaciones señaladas en el párrafo anterior son aplicables para el caso de los parámetros orgánicos del Anexo III y radioactivos del Anexo IV que tengan que ser determinados en laboratorios del exterior.

Artículo 73°.- Excepción por desastres naturales

En caso de emergencias por desastres naturales, la DIRESA o GRS o la DISA podrán conceder excepciones a los proveedores en cuanto al cumplimiento de las concentraciones de los parámetros establecidos en el Anexo II del presente Reglamento siempre y cuando no cause daño a la salud, por el periodo que dure la emergencia, la misma que comunicará a la Autoridad de Salud de nivel nacional.

Artículo 74°.- Revisión de los requisitos de calidad del agua

Los requisitos de calidad del agua para consumo humano establecidos por el presente Reglamento se someterán a revisión por la Autoridad de Salud del nivel nacional, cada cinco (05) años.

Artículo 75°.- Excepción para LMP de parámetros químicos asociados a la calidad estética y organoléptica

Los proveedores podrán solicitar temporalmente a la Autoridad de Salud la excepción del cumplimiento de los valores límites máximos permisibles de parámetros químicos asociados a la calidad estética y organoléptica, señalados en la Anexo II. Dicha solicitud deberá estar acompañada de un estudio técnico que sustente que la salud de la población no está en riesgo por el consumo del agua suministrada y que la característica organoléptica es de aceptación por el consumidor.

TÍTULO X**MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SANCIONES****Artículo 76°.- De las medidas de seguridad**

Las medidas de seguridad que podrán disponerse cuando la calidad de agua de consumo humano represente riesgo significativo a la salud de las personas son las siguientes:

1. Comunicación, a través de los medios masivos de difusión que se tenga a disposición en la localidad afectada, sobre el peligro de daño a la salud de la población;
2. Incremento de la cobertura y frecuencia del control o de la vigilancia sanitaria;
3. Suspensión temporal del servicio;
4. Cierre parcial del sistema de tratamiento o de distribución de agua; y
5. Otras medidas que la Autoridad de Salud disponga para evitar que se cause daño a la salud de la población.

Las medidas de seguridad son adoptadas por las entidades responsables y/o que participan en la gestión de la calidad de agua de consumo humano.

Artículo 77°.- De las infracciones

Sin perjuicio de las acciones constitucionales, civiles o penales a que hubiere lugar, se considera infracción, toda acción u omisión de los proveedores de agua o entidades que administran sistemas de agua para consumo humano, así como de los consumidores que incumplieren o infringieren las disposiciones contenidas en el

presente Reglamento y sus normas correspondientes. Constituyen infracciones, según corresponda, las siguientes:

1. Infracciones leves:

- a. Proveedores que no proporcionen la información solicitada por las autoridades señaladas en el presente Reglamento;
- b. Proveedores que no informen a la población sobre la calidad del agua de consumo humano, a través de medio escrito u otro medio adecuado para el consumidor;
- c. Consumidor que no utilice el agua para consumo humano de acuerdo a lo señalado en el artículo 56º y siguientes del presente Reglamento; y,
- d. Otras infracciones al presente Reglamento y a las normas sanitarias que emita la Autoridad de Salud, que no revistan mayor riesgo en la calidad del agua para consumo humano.

2. Infracciones graves:

- a. Proveedor que no informe y oriente a la población la ocurrencia de un caso fortuito o de fuerza mayor que afecte el abastecimiento del agua para consumo humano;
- b. Incumplimiento de los requisitos sanitarios que deben reunir los componentes hidráulicos e instalaciones físicas de los sistemas de abastecimiento de agua;
- c. Negligencia en el mantenimiento, funcionamiento y control del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano;
- d. Proveedor que no cuente con la información que sustenta la aplicación del plan de control de la calidad del agua;
- e. Proveedor que no esté inscrito en el registro de la Autoridad de Salud;
- f. Proveedor que no cumpla con la presentación de resultados de laboratorio sustentado en pruebas analíticas confiables;
- g. Proveedor que no cumpla con el resarcimiento de los daños ocasionados a la población afectada en caso de brote epidémico de origen hídrico;
- h. El uso de desinfectantes u otros insumos químicos o bioquímicos utilizados en el tratamiento del agua para consumo humano, que no estén autorizados por la DIGESA;
- i. Proveedor que no cuente con su plan de contingencia;
- j. Proveedores que no atiendan reclamos de consumidores dentro de un plazo no mayor de 72 horas bajo responsabilidad sobre la calidad del agua suministrada;
- k. Proveedor que impida, obstaculice o interfiera las labores de supervisión y fiscalización sanitaria del Sector;
- l. Toda persona que altere la calidad del agua por actos indebidos en alguno de los componentes del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano; y
- m. Otras infracciones al presente Reglamento y a las normas sanitarias que emita la Autoridad de Salud, que generen riesgos a la calidad del agua para consumo humano.

3. Infracciones muy graves:

- a. Proveedor que suministre agua sin cumplir los requisitos de calidad establecidos en el presente Reglamento; con excepción de lo dispuesto en el artículo 75°;
- b. Proveedor que no aplique el plan de control de calidad (PCC);
- c. Proveedor que no implemente las medidas de seguridad establecidas por la Autoridad de Salud;
- d. Proveedor que no cuente con su respectivo plan de control de calidad (PCC) aprobado por la Autoridad de Salud correspondiente;
- e. Sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, que no cuenten con el registro de la fuente de agua y autorización sanitaria del sistema de tratamiento;
- f. Estaciones de surtidores de agua, camiones cisterna u otros medios de distribución del agua para consumo humano en condiciones especiales, que no cuenten con autorización sanitaria otorgada por la Autoridad de Salud correspondiente;
- g. Proveedor que no implemente su programa de adecuación sanitaria (PAS) para cumplir las normas establecidas en el presente Reglamento; y
- h. Otras infracciones al presente Reglamento y a las normas sanitarias que emita la Autoridad de Salud, que generen riesgos a la salud de los consumidores.

Artículo 78°. - De las sanciones

La Autoridad de Salud dentro del marco del procedimiento sancionador, impondrá a quienes incurran en las infracciones tipificadas en el artículo 77° una o más de las siguientes sanciones:

1. Amonestación;
2. Multa comprendida entre una (1) y treinta (30) unidades impositivas tributarias (UIT). En caso de reincidencia, la multa será duplicada;
3. Suspensión de la autorización sanitaria o registro sanitario por un plazo que determine la Autoridad de Salud; y
4. Cancelación de la autorización sanitaria o registro sanitario.

Artículo 79°. - De la escala de sanciones

La escala de sanciones previstas para cada tipo de infracción que corresponde aplicar es la siguiente:

1. Infracciones Leves:

- a. Amonestación por escrito;
- b. Multa comprendida 1 UIT hasta 5 UIT.

2. Infracciones Graves:

- a. Multa comprendida 6 UIT hasta 15 UIT.

3. Infracciones muy Graves:

- a. Multa comprendida 16 UIT hasta 30 UIT,
- b. Suspensión de la autorización sanitaria o registro sanitario por un plazo que determine la Autoridad de Salud;

- c. Cancelación de la autorización sanitaria o registro sanitario.

En caso que se reviertan las condiciones que dieron origen a la cancelación el proveedor deberá tramitar un nuevo registro o autorización sanitaria. Las sanciones antes mencionadas serán aplicadas teniendo en consideración los criterios establecido en el artículo 135° de la Ley N° 26842 – Ley General de Salud.

Artículo 80°.-Del uso de los recursos recaudados por concepto de multas

De los recursos provenientes de la cancelación de las multas, el 70% será destinado a la DIRESA o GRS o a la DISA para las actividades de vigilancia sanitaria del abastecimiento de agua en su jurisdicción y el 30% a la DIGESA para las acciones de asesoramiento técnico especializado, capacitación, investigación y otras actividades conexas. Para tal efecto el Ministerio de Salud solicitará al Banco de la Nación la apertura de códigos para el depósito por conceptos de pago de multas por incumplimiento a lo dispuesto en el presente Reglamento; así mismo realizará los desembolsos correspondientes al porcentaje establecido en las cuentas de las DIRESAs o GRSs o DISAs.

Artículo 81°.- De los plazos para pago de las multas

La multa deberá pagarse dentro del plazo máximo de quince (15) días hábiles, contados a partir del día siguiente de notificada la sanción. En caso de incumplimiento, la Autoridad de Salud, ordenará su cobranza coactiva con arreglo al procedimiento de Ley.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

Primera.- Vigencia del Reglamento

El presente Reglamento entrará en vigencia a los noventa (90) días calendario contados desde su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

Corresponde a las autoridades competentes señaladas en el presente reglamento su difusión por los medios más adecuados para su conocimiento y aplicación, debiendo estar publicado en la página web de cada institución.

Segunda.- Registro de los sistemas de abastecimiento de agua

Los proveedores de agua para consumo humano según corresponda, deberán regularizar su respectivo registro de acuerdo a lo señalado en el artículo 35° del presente Reglamento, en un plazo de sesenta (60) días calendarios contados desde la vigencia.

Tercera.- Emisión de reglamentos y normas técnicas

En un plazo no mayor de trescientos sesenta y cinco (365) días calendarios posteriores a la entrada en vigencia del presente Reglamento, el Ministerio de Salud aprobará mediante Resolución Ministerial los documentos normativos formulados por la DIGESA, sobre las siguientes materias:

1. Formulación y aplicación del plan de control de calidad (PCC) por los proveedores de agua para consumo humano; De los requisitos sanitarios de las instalaciones físicas y componentes hidráulicos de los sistemas de abastecimiento

de agua para consumo humano; De los requisitos sanitarios de las plantas de tratamiento de agua para consumo humano; Del muestreo, frecuencia y análisis de los parámetros de calidad del agua para consumo humano y De inspecciones para los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano;

2. Abastecimiento de agua para consumo humano mediante estaciones de surtidores y camiones cisterna;
3. Formulación y aplicación del programa de adecuación sanitaria (PAS) de los proveedores de agua para consumo humano;
4. Procedimientos para la declaración de emergencia sanitaria de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano;
5. Sistema de información de la vigilancia sanitaria del agua para consumo humano; y
6. Criterios para la determinación del monto a aplicar a las sanciones;

Cuarta.- Recursos para cumplimiento de la norma

Los Gobiernos Regionales asignarán recursos presupuestales a las Direcciones Regionales de Salud (DIRESA) o Gerencias Regionales de Salud (GRS) para implementar en sus jurisdicciones las disposiciones del presente Reglamento y cumplir con los planes operativos anuales del programa de vigilancia de calidad del agua para consumo humano.

Quinta.- Destino de los fondos

Los recursos provenientes del pago por los procedimientos administrativos establecidos en el presente Reglamento y los generados por los servicios de los laboratorios de análisis de agua de las DISAs, GRSs y DIRESAs al nivel que correspondan, deberán ser destinados a las actividades de vigilancia sanitaria de abastecimiento de agua para consumo humano, cuyo cumplimiento será de responsabilidad de la Autoridad de Salud de la jurisdicción.

Sexta.- Opinión técnica y refrendo de normas en materia de salud ambiental

En aplicación a lo establecido en el artículo 126° de la Ley N° 26842 - Ley General de Salud, no se podrá formular ni dictar normas que reglamenten leyes o que tengan jerarquía equivalente, que incidan en materia de salud ambiental con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, sin la opinión técnica y el refrendo respectivo de la Autoridad de Salud de nivel nacional.

Sétima.- Aprobación de normas complementarias

Por Resolución Ministerial del Ministerio de Salud se aprobarán las disposiciones complementarias, así como los documentos de gestión necesarios que faciliten la aplicación del presente Reglamento.

Octava.- Casos especiales

Para las fuentes de agua para consumo humano con características naturales hidrogeológicas, la Autoridad de Salud podrá admitir concentraciones de Arsénico en el agua tratada, de hasta 0.05 miligramo/litro, siempre que no afecte la salud de las personas.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS TRANSITORIAS

Primera.- Programa de Adecuación Sanitaria (PAS)

Los proveedores que estén operando sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano antes de entrar en vigencia el presente Reglamento, implementarán un programa de adecuación sanitaria (PAS) para cumplir las normas técnicas y formales establecidas en el presente Reglamento. La Autoridad de Salud del Nivel Nacional o Regional, según corresponda, aprobarán el PAS. Dicha adecuación se iniciará con la presentación de la propuesta de aprobación del respectivo PAS en un plazo no mayor de ciento ochenta (180) días calendarios contados a partir del día siguiente de cumplido el plazo de la tercera Disposición Complementaria Final del presente Reglamento. Asimismo, la implementación del PAS aprobado no podrá superar el período de cinco (05) años, luego de su aprobación.

En tanto los proveedores no cuenten con el PAS aprobado, deberán cumplir con los parámetros de control obligatorio establecidos en el artículo 63° del presente Reglamento. Para el caso de los proveedores regulados por la SUNASS, se mantendrán los parámetros fijados por esta entidad reguladora en directivas previas, y hasta la aprobación del indicado PAS.

Para aquellas comunidades con población menor o igual a 2000 habitantes considerando las condiciones de pobreza, el Ministerio de Salud, a través de la DIGESA, en coordinación con el Gobierno Regional, Gerencia Regional de Vivienda, brindará la asistencia técnica para la aprobación del Programa de Adecuación sanitaria (PAS), que se ajustarán a la directiva que para tales efectos elaborará el Ministerio de Salud.

Segunda.- Aplicación de los parámetros obligatorios y los adicionales de control

A partir del día siguiente de la entrada en vigencia del presente Reglamento serán aplicados y exigidos el cumplimiento de los parámetros de control obligatorio y los parámetros adicionales de control señalados en los artículos 63° y 64° respectivamente, de acuerdo a los criterios señalados para ambos tipos de parámetros.

Disponer el plazo de (02) dos años para la implementación de los alcances del presente Reglamento en las comunidades rurales a las que hace referencia los artículos 40° numeral 5 y la primera disposición complementaria transitoria del presente reglamento.

Tercera.- Transferencia de funciones

Durante los veinticuatro (24) meses siguientes contados a partir de la entrada en vigencia del presente reglamento, la aprobación de los planes críticos de control (PCC) y programas de adecuación sanitaria (PAS) estarán a cargo de la DIGESA, la que durante este plazo formulará los instrumentos técnicos necesarios para el ordenamiento de los procedimientos. Culminado este plazo las citadas funciones serán transferidas a las DIRESAs/GRSs, las cuales deberán acreditar que cuentan con el recurso humano calificado y cuyos procedimientos deberán ser incorporados en su Texto Único de Procedimientos Administrativos de cada Gobierno Regional.

Durante los doce (12) meses siguientes contados a partir de la entrada en vigencia del presente reglamento, la aprobación de la Autorización Sanitaria del sistema de tratamiento de agua potable y Registro Sanitario de desinfectante estarán a cargo de la DIGESA, la que durante este plazo formulará los instrumentos técnicos necesarios para el ordenamiento de los procedimientos. Culminado este plazo las citadas funciones serán transferidas a las DIRESAs/GRSs, las cuales deberán acreditar que cuentan con el recurso humano calificado y cuyos procedimientos deberán ser

incorporados en su Texto Único de Procedimientos Administrativos de cada Gobierno Regional.

Cuarta.- Función supervisora de la SUNASS

En tanto los proveedores pertenecientes al ámbito de competencia de la SUNASS no cuentan con el plan de control de calidad del agua, debidamente aprobado, la función supervisora se ejerce de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de la Calidad de Prestación de Servicios de Saneamiento aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 011-2007-SUNASS-CD.

ANEXO I

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helminths, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 / 100 ml

ANEXO II

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	$\mu\text{mho/cm}$	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mg L^{-1}	1 000
8. Cloruros	$\text{mg Cl}^{-1} \text{ L}^{-1}$	250
9. Sulfatos	$\text{mg SO}_4 = \text{L}^{-1}$	250
10. Dureza total	$\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	500
11. Amoníaco	mg N L^{-1}	1,5
12. Hierro	mg Fe L^{-1}	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L^{-1}	0,4
14. Aluminio	mg Al L^{-1}	0,2
15. Cobre	mg Cu L^{-1}	2,0
16. Zinc	mg Zn L^{-1}	3,0
17. Sodio	mg Na L^{-1}	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

ANEXO III
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE
PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Niquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015
Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Trihalometanos totales (nota 3)		1,00
2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mgL ⁻¹	0,01
3. Aceites y grasas	mgL ⁻¹	0,5
4. Alacloro	mgL ⁻¹	0,020
5. Aldicarb	mgL ⁻¹	0,010
6. Aldrin y dieldrin	mgL ⁻¹	0,00003
7. Benceno	mgL ⁻¹	0,010
8. Clordano (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,0002
9. DDT (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,001
10. Endrin	mgL ⁻¹	0,0006
11. Gamma HCH (lindano)	mgL ⁻¹	0,002
12. Hexaclorobenceno	mgL ⁻¹	0,001
13. Heptacloro y heptacloroepóxido	mgL ⁻¹	0,00003
14. Metoxicloro	mgL ⁻¹	0,020
15. Pentaclorofenol	mgL ⁻¹	0,009
16. 2,4-D	mgL ⁻¹	0,030
17. Acrilamida	mgL ⁻¹	0,0005
18. Epiclorhidrina	mgL ⁻¹	0,0004
19. Cloruro de vinilo	mgL ⁻¹	0,0003
20. Benzopireno	mgL ⁻¹	0,0007
21. 1,2-dicloroetano	mgL ⁻¹	0,03
22. Tetracloroetano	mgL ⁻¹	0,04

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
23. Monocloramina	mgL ⁻¹	3
24. Tricloroeteno	mgL ⁻¹	0,07
25. Tetracloruro de carbono	mgL ⁻¹	0,004
26. Ftalato de di (2-etilhexilo)	mgL ⁻¹	0,008
27. 1,2- Diclorobenceno	mgL ⁻¹	1
28. 1,4- Diclorobenceno	mgL ⁻¹	0,3
29. 1,1- Dicloroeteno	mgL ⁻¹	0,03
30. 1,2- Dicloroeteno	mgL ⁻¹	0,05
31. Diclorometano	mgL ⁻¹	0,02
32. Ácido edético (EDTA)	mgL ⁻¹	0,6
33. Etilbenceno	mgL ⁻¹	0,3
34. Hexaclorobutadieno	mgL ⁻¹	0,0006
35. Acido Nitrilotriacético	mgL ⁻¹	0,2
36. Estireno	mgL ⁻¹	0,02
37. Tolueno	mgL ⁻¹	0,7
38. Xileno	mgL ⁻¹	0,5
39. Atrazina	mgL ⁻¹	0,002
40. Carbofurano	mgL ⁻¹	0,007
41. Clorotoluron	mgL ⁻¹	0,03
42. Cianazina	mgL ⁻¹	0,0006
43. 2,4- DB	mgL ⁻¹	0,09
44. 1,2- Dibromo-3- Cloropropano	mgL ⁻¹	0,001
45. 1,2- Dibromoetano	mgL ⁻¹	0,0004
46. 1,2- Dicloropropano (1,2- DCP)	mgL ⁻¹	0,04
47. 1,3- Dicloropropeno	mgL ⁻¹	0,02
48. Dicloroprop	mgL ⁻¹	0,1
49. Dimetato	mgL ⁻¹	0,006
50. Fenoprop	mgL ⁻¹	0,009
51. Isoproturon	mgL ⁻¹	0,009
52. MCPA	mgL ⁻¹	0,002
53. Mecoprop	mgL ⁻¹	0,01
54. Metolaclo	mgL ⁻¹	0,01
55. Molinato	mgL ⁻¹	0,006
56. Pendimetalina	mgL ⁻¹	0,02
57. Simazina	mgL ⁻¹	0,002
58. 2,4,5- T	mgL ⁻¹	0,009
59. Terbutilazina	mgL ⁻¹	0,007
60. Trifluralina	mgL ⁻¹	0,02
61. Cloropirifos	mgL ⁻¹	0,03
62. Piriproxifeno	mgL ⁻¹	0,3
63. Microcistin-LR	mgL ⁻¹	0,001

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
64. Bromato	mgL ⁻¹	0,01
65. Bromodiclorometano	mgL ⁻¹	0,06
66. Bromoformo	mgL ⁻¹	0,1
67. Hidrato de cloral (tricloroacetaldehído)	mgL ⁻¹	0,01
68. Cloroformo	mgL ⁻¹	0,2
69. Cloruro de cianógeno (como CN)	mgL ⁻¹	0,07
70. Dibromoacetónitrilo	mgL ⁻¹	0,1
71. Dibromoclorometano	mgL ⁻¹	0,05
72. Dicloroacetato	mgL ⁻¹	0,02
73. Dicloroacetónitrilo	mgL ⁻¹	0,9
74. Formaldehído	mgL ⁻¹	0,02
75. Monocloroacetato	mgL ⁻¹	0,2
76. Tricloroacetato	mgL ⁻¹	0,2
77. 2,4,6- Triclorofenol		

Nota 1: En caso de los sistemas existentes se establecerá en los Planes de Adecuación Sanitaria el plazo para lograr el límite máximo permisible para el arsénico de 0,010 mgL⁻¹.

Nota 2: Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mgL⁻¹.

Nota 3: La suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Cloroformo, Dibromoclorometano, Bromodiclorometano y Bromoformo) con respecto a sus límites máximos permisibles no deberá exceder el valor de 1,00 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{cloroformo}}}{LMP_{\text{cloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{LMP_{\text{Dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodiclorometano}}}{LMP_{\text{Bromodiclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{LMP_{\text{Bromoformo}}} \leq 1$$

donde, C: concentración en mg/L, y LMP: límite máximo permisible en mg/L

ANEXO IV

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE
PARÁMETROS RADIACTIVOS

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Dosis de referencia total (nota 1)	mSv/año	0,1
2. Actividad global α	Bq/L	0,5
3. Actividad global β	Bq/L	1,0

Nota 1: Si la actividad global α de una muestra es mayor a 0,5 Bq/L o la actividad global β es mayor a 1 Bq/L, se deberán determinar las concentraciones de los distintos radionúclidos y calcular la dosis de referencia total; si ésta es mayor a 0,1 mSv/año se deberán examinar medidas correctivas; si es menor a 0,1 mSv/año el agua se puede seguir utilizando para el consumo.

ANEXO V

AUTORIZACION SANITARIA, REGISTRO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO

Componente del Sistema de Abastecimiento	Registro		Autorización Sanitaria		Aprobaciones	
	¿Requiere?	Entidad que registra	¿Requiere?	Entidad que autoriza	¿Requiere?	Entidad que autoriza
Fuente de abastecimiento de agua	SI	DIRESA, GRS, DISA				
Sistemas de abastecimiento de agua	SI	DIRESA, GRS, DISA				
Plantas de tratamiento de agua potable			SI	DIGESA (1) DIRESA, GRS		
Plan de control de calidad (PCC)					SI	DIGESA (1) DIRESA, GRS
Planes de Adecuación sanitaria (PAS)					SI	DIGESA (1) DIRESA, GRS
Surtidores de agua			SI	DIRESA, GRS, DISA		
Camiones cisterna			SI	DIRESA, GRS		
Desinfectantes de agua	SI	DIGESA (1) DIRESA, GRS				

(1) Nota: De acuerdo a la décima disposición transitoria, complementaria y final.