



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS  
NATURALES**

**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**PROYECTO INTEGRADOR**

**Título:**

---

**“APLICACIONES TECNOLÓGICAS DE LA PURIFICADORA DE AGUA  
POR ÓSMOSIS INVERSA PARA PLANTAS EN TRANSFORMACIÓN  
AGROINDUSTRIAL”**

---

Proyecto Integrador presentado previo a la obtención del Título de Ingenieros  
Agroindustriales

**Autores:**

Aguay Noguera Johan Daniel  
Ilaquiche Cuyo Álvaro Fabricio

**Tutor:**

Molina Borja Franklin Antonio, Ing. Mg.

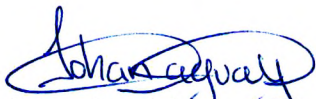
**LATACUNGA – ECUADOR  
Agosto 2023**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

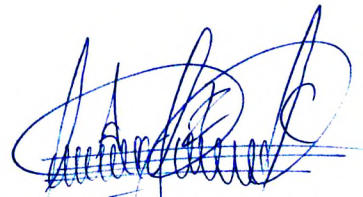
Johan Daniel Aguay Noguera, con cédula de ciudadanía No.1726175977; y, Álvaro Fabricio Ilaquiche Cuyo, con cédula de ciudadanía No. 0550531164; declaramos ser autores del presente proyecto integrador: “Aplicaciones tecnológicas de la purificadora de agua por ósmosis inversa para plantas en transformación agroindustrial”, Ingeniero Mg. Franklin Antonio Molina Borja, tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 18 de agosto del 2023



Johan Daniel Aguay Noguera  
Estudiante  
CC: 1726175977



Álvaro Fabricio Ilaquiche Cuyo  
Estudiante  
CC: 0550531164



Ing. Franklin Antonio Molina Borja, Mg.  
Docente Tutor  
CC:0501821433

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **AGUAY NOGUERA JOHAN DANIEL**, identificado con cédula de ciudadanía **1726175977**, de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, La Doctora Idalia Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legalde la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE** es una persona

natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: “Manual de funcionamiento, mantenimiento y aplicación pedagógica de equipos(purificadora de agua por ósmosis inversa)en los laboratorios de investigación de la carrera de Agroindustria de la UniversidadTécnica de Cotopaxi”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Octubre 2019 – Marzo 2020

Finalización de la carrera: Abril 2023 – Agosto 2023

Aprobación en Consejo Directivo: 25 de mayo de 2023

Tutor: Ingeniero Molina Borja Franklin Antonio, Mg.

Tema: “Aplicaciones Tecnológicas de una purificadora de agua por ósmosisinversa para plantas en transformación Agroindustrial”

**CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA. -** Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado confines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

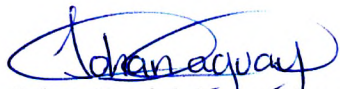
**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por cartanotarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicite.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 18 días del mes de agosto del 2023.



Johan Daniel Aguay Noguera

**EL CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema

**LA CESIONARIA**

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **ILAQUICHE CUYO ÁLVARO FABRICIO**, identificado con cédula de ciudadanía **0550531164**, de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, La Doctora Idalia Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE** es una persona

natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: “Manual de funcionamiento, mantenimiento y aplicación pedagógica de equipos (purificadora de agua por ósmosis inversa) en los laboratorios de investigación de la carrera de Agroindustria de la Universidad Técnica de Cotopaxi”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Octubre 2019 – Marzo 2020

Finalización de la carrera: Abril 2023 – Agosto 2023

Aprobación en Consejo Directivo: 25 de mayo de 2023

Tutor: Ingeniero Molina Borja Franklin Antonio, Mg.

Tema: “Aplicaciones Tecnológicas de una purificadora de agua por ósmosis inversa para plantas en transformación Agroindustrial”

**CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA. -** Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

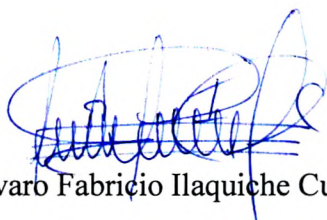
**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por cartanotarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 18 días del mes de agosto del 2023.



Álvaro Fabricio Ilaquiche Cuyo

**EL CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema

**LA CESIONARIA**

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO INTEGRADOR**

En calidad de Tutor del Proyecto Integrador con el título:

**“APLICACIONES TECNOLÓGICAS DE LA PURIFICADORA DE AGUA POR ÓSMOSIS INVERSA PARA PLANTAS EN TRANSFORMACIÓN AGROINDUSTRIAL”**, de Aguay Noguera Johan Daniel y Ilaquiche Cuyo Álvaro Fabricio, de la carrera de Agroindustria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 18 de agosto del 2023



Ing. Franklin Antonio Molina Borja, Mg.

**DOCENTE TUTOR**

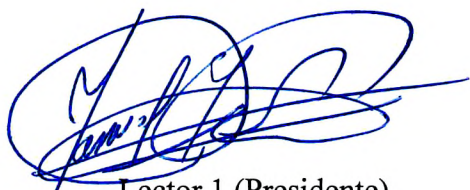
CC: 0501821433

## AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO INTEGRADOR

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, los postulantes: Aguay Noguera Johan Daniel y Ilaquiche Cuyo Álvaro Fabricio, con el título del Proyecto Integrador: “APLICACIONES TECNOLÓGICAS DE LA PURIFICADORA DE AGUA POR ÓSMOSIS INVERSA PARA PLANTAS EN TRANSFORMACIÓN AGROINDUSTRIAL”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

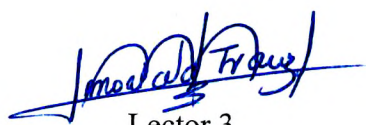
Latacunga, 18 de agosto del 2023



Lector 1 (Presidente)  
Ing. Manuel Enrique Fernández Paredes, Mg.  
CC: 0501511604



Lector 2  
Ing. Edwin Ramiro Cevallos Carvajal, Mg.  
CC: 0501864854



Lector 3  
Ing. Ana Maricela Trávez Castellano, Mg.  
CC:0502270937



## **AGRADECIMIENTO**

Quiero empezar agradeciéndole a Dios, que me brindó una familia y un verdadero propósito para luchar en la vida, que me guiaste desde mis primeros pasos hasta este punto en vida siendo mi fortaleza en los momentos de angustia gracias por poner en mi camino personas que no han dudado en apoyarme a seguir adelante. A mi abuelo Carlos Aguay que dejaste huellas imborrables en mi familia siendo un ejemplo de persona trabajadora llena de ganas de salir adelante, me enseñaste el verdadero sentido de la vida, que con esfuerzo y dedicación podemos alcanzar cualquier meta que nos propongamos. A mi abuela Ana Vistin que, a pesar de no ser su hijo, me regalaste los mejores años de su vida. A mi tío Arturo Cueva por ese ejemplo de superación y dedicación me has demostrado que los límites solo nos ponemos nosotros mismos. De igual manera quiero dar un agradecimiento a mi docente guía: Ing. Molina Borja Franklin Antonio, y a todos docentes de la universidad en especial al tribunal de lectores de la carrera de agroindustria, quienes, con su amable y generosa contribución, me brindaron sugerencias acertadas para completar este proyecto con éxito.

Aguay Noguera Johan Daniel

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero mostrar mi gratitud a Dios, por permitirme vivir momentos tan importantes y felices en mi vida. Además, agradezco su sabiduría que me ha permitido avanzar en mi carrera. Quisiera destacar el gran esfuerzo de mis padres, quienes siempre han sido mi apoyo fundamental y han sido clave en mi éxito. También doy gracias a mis profesores por compartir su conocimiento conmigo y por su dedicación durante mi carrera universitaria. Finalmente, quiero expresar mi gratitud a mi tutor, quien me guio con paciencia, conocimientos y apoyo, lo que me permitió culminar este documento con éxito.

Ilaquiche Cuyo Alvaro Fabricio.

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo en primer lugar a mis hermanas: Alexandra Aguay y Gabriela Aguay quienes son el motor y arranque para seguir adelante, a pesar de todos los momentos difíciles siempre estuvieron en cada momento especial de mi vida no importa que tan lejos estemos siempre estaremos juntos. A mis abuelos de parte de mi padre: Carlos Aguay y Aida Vistin que me regalaron los mejores años de su vida por acompañarme en cada éxito de mi vida por esas palabras de aliento y esos sermones que me enseñaron a valorar las pequeñas cosas de la vida. A mis padres que siempre estuvieron ahí ayudándome en todo lo que han podido. A mis primos Joel Aguay y Brayán Aguay por echarme la mano tantas veces, por siempre motivarme con palabras de aliento. A mi tía Gloria Vistin por su confianza en mí y no dudar de mis capacidades gracias por permitirme soñar.

Dedico este proyecto a todos mis familiares y amigos que han confiado en mí durante mi formación profesional por brindarme su apoyo incondicional ayudándome a concluir este proyecto

Aguay Noguera Johan Daniel

## **DEDICATORIA**

Quisiera dedicar este proyecto a mis seres queridos, en especial a mis padres Carlos y Zoila, y a mis hermanos y hermanas, Nancy, Alicia, Maritza y Mauro, quienes han sido mi apoyo incondicional en mi carrera. Les agradezco a mis padres por inculcarme valores y por enseñarme que con esfuerzo y perseverancia todo es posible. A mi padre le doy las gracias por su esfuerzo diario para ayudarme a avanzar y por estar conmigo en todo momento. También valoro el aliento y el ejemplo que me han dado mis hermanos para seguir adelante. Por último, quisiera expresar mi gratitud al ingeniero Franklin Molina, mi tutor, quien me ha brindado su apoyo y me ha guiado a lo largo de la trayectoria del proyecto.

Ilaquiche Cuyo Alvaro Fabricio

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: “APLICACIONES TECNOLÓGICAS DE LA PURIFICADORA DE AGUA POR ÓSMOSIS INVERSA PARA PLANTAS EN TRANSFORMACIÓN AGROINDUSTRIAL”**

**AUTORES:** Aguay Noguera Johan Daniel

Ilaquiche Cuyo Álvaro Fabricio

**RESUMEN**

El presente trabajo de titulación "Aplicaciones Tecnológicas de la purificadora de agua por ósmosis inversa en procesos de transformación agroindustrial" se centra en conocer el funcionamiento de esta tecnología de ósmosis inversa con el fin de optimizar los procesos de purificación y asegurar el suministro de agua de calidad para las diferentes aplicaciones en la planta agroindustrial, al desarrollar una aplicación que aproveche el proceso de purificación se generan nuevas posibilidades que mejoran la eficiencia, la accesibilidad y la sostenibilidad en la gestión del agua en los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi, como bien sabemos el agua desempeña un papel fundamental en los procesos productivos agroindustriales y en ocasiones es un componente activo del producto.

En el presente proyecto se utilizó la investigación bibliográfica para la elaboración de los respectivos manuales de funcionamiento y mantenimiento, mientras que la investigación descriptiva se empleó para detallar las partes primordiales, características y requerimientos necesarios para el correcto funcionamiento. Y a su vez, llevar cabo un mantenimiento preventivo con el fin de prevenir posibles daños en los sistemas internos y externos de (ÓI) que generen un bajo rendimiento y un mantenimiento correctivo después de evaluar los componentes que ya hayan cumplido su vida útil cambiándolos de una manera eficiente.

Los resultados obtenidos con un valor total de sólidos disueltos de para el caso del agua pre tratada fueron de 525 ppm con una temperatura de 21.3°C, mientras que para el agua purificada se obtuvo un valor total de sólidos disueltos de 13 ppm, también a una temperatura de 21.3°C, al comparar con la normativa cumple con la norma INEN 2200 de agua purificada.

En resumen, es necesario reemplazar los elementos internos del sistema de (ÓI) con el objetivo de mejorar la calidad del agua. Además, es fundamental llevar a cabo una purga para eliminar cualquier acumulación de sustancias no deseadas y garantizar que el agua sea de óptima calidad.

**PALABRAS CLAVE:** Manual, funcionamiento, mantenimiento, purificación de agua, ósmosis inversa, TDS, agua purificada

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES**

**TITLE: "TECHNOLOGICAL APPLICATIONS OF A WATER PURIFIER EQUIPMENT BY REVERSE ÓSMOSIS FOR PLANTS IN AGROINDUSTRIAL TRANSFORMATION"**

**AUTHORS:** Aguay Noguera Johan Daniel  
Ilaquiche Cuyo Álvaro Fabricio

**ABSTRACT**

The present degree work "Technological Applications of the reverse osmosis water purifier in agro-industrial transformation processes" focuses on knowing the operation of this reverse osmosis technology in order to optimize the purification processes and ensure the supply of quality water for the different applications in the agro-industrial plant, by developing an application that takes advantage of the purification process, new possibilities are generated that improve efficiency, accessibility and sustainability in water management in the laboratories of the Technical University of Cotopaxi, as we well know Water plays a fundamental role in agro-industrial production processes and is sometimes an active component of the product.

In the present project, bibliographic research was used to prepare the respective operation and maintenance manuals, while descriptive research was used to detail the essential parts, characteristics, and requirements necessary for proper operation. And in turn, carry out preventive maintenance in order to prevent possible damage to internal and external (RO) systems that generate low performance and corrective maintenance after evaluating the components that have already completed their useful life by changing them in a different way. efficient.

The results obtained with a total value of dissolved solids for the case of pre-treated water were 525 ppm with a temperature of 21.3°C, while for purified water a total value of dissolved solids of 13 ppm was obtained, also at a temperature of 21.3°C, when compared with the regulations, it complies with the INEN 2200 standard for purified water.

In summary, it is necessary to replace the internal elements of the (RO) system in order to improve the water quality. In addition, it is essential to carry out a purge to remove any accumulation of unwanted substances and ensure that the water is of optimal quality.

**KEYWORDS:** Manual, Operation, maintenance, water purification, reverse osmosis, TDS, purified water.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR .....	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR .....	v
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO INTEGRADOR .....	vii
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO INTEGRADOR .....	viii
AGRADECIMIENTO.....	ix
AGRADECIMIENTO.....	x
DEDICATORIA.....	xi
DEDICATORIA.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
1.1. Institución.....	1
1.2. Facultad que auspicia .....	1
1.3. Carrera que auspicia .....	1
1.4. Título del Proyecto Integrador.....	1
1.5. Equipo de trabajo Docente Tutor: .....	1
1.6. Lugar de ejecución Provincia: Cotopaxi, Zona 3 Ciudad Latacunga.....	1
1.7. Fecha de Inicio:10 de abril del 2023 .....	1
1.8. Fecha de Finalización: 28 de agosto del 2023 .....	1
1.9. Áreas de Conocimiento .....	1
2. Caracterización del proyecto.....	1
2.1. Título del Proyecto .....	1
2.2. Tipo de Proyecto .....	1
2.3. Campos de Investigación línea de Investigación Procesos Industriales .....	2
2.4. Objetivos .....	2
2.4.1. Objetivo general.....	2
2.4.2. Objetivos específicos .....	2
2.5. Planteamiento del problema .....	2
2.5.1. Descripción del problema .....	2

2.5.2. Formulación del problema .....	3
2.5.3. Justificación del proyecto integrador .....	4
2.5.4. Conveniencia .....	4
2.5.5. Relevancia Social.....	4
2.5.6. Implicaciones prácticas.....	5
2.5.7. Valor teórico .....	5
2.5.8. Utilidad metodológica .....	5
2.6. Alcances .....	6
3. Identificación y descripción de las competencias .....	6
4. Marco Teórico.....	7
4.1. Fundamentación histórica .....	7
4.2. Ingeniería Agroindustrial .....	7
4.3. Máquinas y equipos en la agroindustria .....	8
4.4. Diseño de una planta agroindustrial .....	8
4.5. Fundamentos, conceptos del agua .....	9
4.5.1. Agua .....	9
4.5.2. La poca accesibilidad al agua .....	9
4.5.3. Calidad del agua .....	10
4.5.4. Tipos de contaminación del agua.....	10
4.5.5. Fisicoquímica del agua .....	11
4.5.6. Propiedades del agua .....	11
4.5.7. pH del agua.....	12
4.5.8. Salinidad del agua.....	13
4.5.9. Densidad del agua.....	13
4.5.10. Conductividad eléctrica .....	14
4.5.11. Presión osmótica.....	14
4.5.12. Alcalinidad del agua .....	14
4.5.13. Dureza del agua .....	14
4.5.14. Turbidez del agua .....	15
4.6. Técnicas de pretratamiento, tratamiento y postratamiento.....	15
4.6.1. Cribado .....	15
4.6.2. Coagulación-floculación.....	15



4.6.3. Sedimentación .....	16
4.6.4. Filtración.....	16
4.6.5. Desinfección .....	16
4.6.6. Desinfección con Ozono (O <sub>3</sub> ) .....	16
4.6.7. Desinfección con cloro: .....	17
4.6.8. Desinfección con Radiación ultravioleta: .....	17
4.7. Los Fundamentos de la desalación .....	17
4.8. Tecnología de desalación por membranas.....	17
4.8.1. Ósmosis inversa (ÓI) .....	18
4.8.2. Fenómeno de ósmosis inversa .....	19
4.9. Ensuciamiento, incrustación y deterioro de las membranas.....	21
4.9.1. Ensuciamiento (Fouling) .....	21
4.9.2. Incrustación (scaling) .....	22
4.9.3. Ataque bacteriano o químico a las membranas (Biofouling).....	22
4.10. Métodos de desinfección ÓI.....	23
4.10.1.Filtración por ÓI .....	23
4.10.2.Intercambio Catiónico .....	23
4.10.3.Fotoemisión (ultravioleta (UV) .....	24
4.10.4.Cloración .....	24
4.10.5.Ozonificación.....	24
4.11. Aplicaciones de la ósmosis inversa .....	25
4.12. Aplicaciones de obtención agua potable .....	25
4.13. Obtención de agua ultrapura.....	26
4.14. Aplicaciones de tratamiento de aguas residuales .....	26
4.15. Aplicaciones en la industria.....	27
4.16. Requisitos fisicoquímicos y microbiológicos del agua purificada, envasada .....	27
4.17. Fundamentación legal .....	29
4.17.1.Reglamento Interno de Régimen Académico UTC .....	29
4.18. Reglamento e instructivo del proyecto integrador .....	31
4.19. Obligaciones de los Tutores de titulación del Proyecto Integrador.....	32
4.20. Definición de términos .....	32

5. Metodología .....	33
5.1. Diseño y modalidad de la investigación.....	33
5.2. Tipos de investigación.....	33
5.2.1. Investigación descriptiva .....	34
5.2.2. Investigación exploratoria .....	34
5.3. Instrumento de la investigación.....	34
5.3.1. Análisis documental .....	34
5.3.2. Interrogantes de la investigación o hipótesis .....	35
6. RESULTADOS OBTENIDOS .....	35
6.1. <i>Manual de Funcionamiento de la Purificadora de Agua por Ósmosis Inversa</i> .....	36
2023.....	36
1) Introducción .....	37
2) Objetivo .....	37
2.2. Específicos .....	37
3) Alcance .....	37
4) Definiciones .....	37
5) Operación y funcionamiento .....	39
Generalidades .....	39
Descripción de planta purificadora por ósmosis inversa UTC.....	40
5.1. Partes del equipo purificador de agua por ósmosis inversa.....	41
5.2. Instalación de un sistema ósmosis inversa .....	44
Descripción un sistema ÓI instalado en un Fregadero: .....	44
6) Medidas de seguridad al personal .....	45
6.1. Responsables .....	45
6.2. Registros.....	45
6.3. Modificaciones .....	45
7) Bibliografía .....	45
8) Anexos .....	48
6.2. <i>Manual de Mantenimiento de la Purificadora de Agua por Ósmosis Inversa</i> .....	49
1) Introducción .....	50

2) Mantenimiento .....	50
3) Seguridad del personal .....	50
4) Alcance .....	50
5) Objetivos .....	51
5.2. Específicos. ....	51
6) Definiciones .....	51
7. Pasos para los mantenimientos y la seguridad del personal .....	52
7.1. Mantenimiento rutinario.....	52
7.2. Mantenimiento preventivo .....	53
7.3. Mantenimiento predictivo .....	54
7.4. Mantenimiento correctivo .....	54
8. Medidas de seguridad al personal .....	55
8.1. Responsables .....	55
8.2. Registros.....	55
8.3. Modificaciones .....	55
9. Bibliografía .....	56
10. Anexos.....	57
6.3. <i>Aplicación Pedagógica de la Purificadora de Agua por Ósmosis Inversa</i> .....	61
1. Introducción .....	62
2. Objetivos .....	62
3. Procedimiento/metodología .....	63
4. Resultados .....	65
5. Discusión .....	65
6. Cuestionario .....	66
7. Conclusiones .....	67
8. Recomendaciones .....	67
9. Bibliografía .....	68
10. Anexos .....	69
8. Presupuesto utilizado para la elaboración del proyecto. ....	70
9. Impacto del proyecto (Social, económico, ambiental, intelectual) .....	71
9.1. Social.....	71
9.2. Económico.....	71

9.3. Intelectual .....	71
9.4. Ambiental .....	71
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	72
10.1. Conclusiones .....	72
10.2. Recomendaciones.....	73
11. BIBLIOGRAFÍA .....	74
12. ANEXOS .....	81

## INDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.</b> El agua .....	9
<b>Ilustración 2.</b> La poca accesibilidad al agua.....	10
<b>Ilustración 3.</b> Calidad del agua.....	10
<b>Ilustración 4.</b> Agua contaminada .....	11
<b>Ilustración 5.</b> Procesos de tratamiento de agua .....	15
<b>Ilustración 6.</b> Diagrama comparativo entre el proceso natural de ósmosis y el proceso de ósmosis inversa.....	18
<b>Ilustración 7.</b> Desalinización del agua por medio de ÓI.....	19
<b>Ilustración 8.</b> Procesos a presión alta .....	19
<b>Ilustración 9.</b> Proceso permeado membrana ósmosis inversa .....	20
<b>Ilustración 10.</b> Características de membrana semipermeable en espiral.....	20
<b>Ilustración 11.</b> Membranas afectadas por Ensuciamiento (fouling).....	21
<b>Ilustración 12.</b> Membranas afectadas por incrustaciones (scaling).....	22
<b>Ilustración 13.</b> Membranas afectadas por Ataque bacteriano .....	22
<b>Ilustración 14.</b> Filtración por membranas de ÓI .....	23
<b>Ilustración 15.</b> Esquema del intercambio Catiónico .....	23
<b>Ilustración 16.</b> Desinfección del agua lampara UV .....	24
<b>Ilustración 17.</b> Sistema de desinfección de cloro vía directa en agua.....	24
<b>Ilustración 18.</b> Sistema de Ozonización de agua.....	25
<b>Ilustración 19.</b> Obtención de agua potable .....	25

<b>Ilustración 20.</b> Obtención de agua ultra pura .....	26
<b>Ilustración 21.</b> Tratamiento de aguas residuales .....	27

### **INDICE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Cuadro de competencias .....	6
<b>Tabla 2.</b> Principales propiedades del agua.....	12
<b>Tabla 3.</b> Tipos de agua según su grado de Salinidad.....	13
<b>Tabla 4.</b> Valores de densidad en relación con la temperatura.....	13

### **INDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo 1:</b> Hoja de vida de los Investigador 1 .....	81
<b>Anexo 2.</b> Hoja de vida de los Investigador 2.....	82
<b>Anexo 3.</b> Hoja de vida de los Investigadores (Tutor).....	83
<b>Anexo 4.</b> Ficha técnica de un equipo purificador ósmosis inversa .....	84
<b>Anexo 5.</b> Aplicación practica y tecnologica de ósmosis inversa (ÓI).....	85
<b>Anexo 6.</b> NTE INEN2200: Agua Purificada Envasada .....	89
<b>Anexo 7.</b> Aval del Traductor.....	97

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

### 1.1. Institución

Universidad Técnica de Cotopaxi

### 1.2. Facultad que auspicia

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

### 1.3. Carrera que auspicia

Carrera de Agroindustria

### 1.4. Título del Proyecto Integrador

Aplicaciones tecnológicas de la purificadora de agua por ósmosis inversa para plantas en transformación agroindustrial

### 1.5. Equipo de trabajo

**Docente Tutor:** Ing. Molina Borja Franklin Antonio Mg.

**Estudiantes:** Aguay Noguera Johan Daniel; Ilaquiche Cuyo Álvaro Fabricio

### 1.6. Lugar de ejecución

**Provincia:** Cotopaxi, Zona 3 Ciudad Latacunga

**Parroquia:** Eloy Alfaro

**Barrio:** Salache

**Institución:** Universidad Técnica de Cotopaxi

**1.7. Fecha de Inicio:** Abril del 2023

**1.8. Fecha de Finalización:** Agosto del 2023

**1.9. Áreas de Conocimiento** Ciencias Tecnológicas (X)

## 2. CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO

### 2.1. Título del Proyecto

Aplicaciones tecnológicas de la purificadora de agua por ósmosis inversa para plantas en transformación agroindustrial

### 2.2. Tipo de Proyecto

Formativo ( ) Resolutivo (X)

### **2.3. Campos de Investigación línea de Investigación Procesos Industriales**

Sub líneas de Investigación

Investigación, Innovación y Emprendimiento

Sub-líneas de:

#### **OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS TECNOLÓGICOS AGROINDUSTRIALES**

La ingeniería industrial se enfoca en el diseño, mejora u optimización de procesos y tecnologías en todas las áreas de producción agroindustrial aplicando normas y principios de los sistemas integrados de gestión (Calidad, Medio Ambiente y Seguridad Industrial).

### **2.4. Objetivos**

#### **2.4.1. *Objetivo general***

- Conocer el correcto funcionamiento y las aplicaciones tecnológicas de la purificadora de agua por ósmosis inversa para la planta agroindustrial mediante la utilización del equipo

#### **2.4.2. *Objetivos específicos***

- Elaborar una guía detallada sobre la utilización y el mantenimiento de una purificadora de agua por ósmosis inversa
- Desarrollar una aplicación práctica utilizando la tecnología de funcionamiento de una purificadora de una por ósmosis inversa.
- Realizar un manual de funcionamiento y mantenimiento de una purificadora por ósmosis inversa.

### **2.5. Planteamiento del problema**

#### **2.5.1. *Descripción del problema***

Las plantas desalinizadoras actualmente existentes son estructuras fijas ubicadas en países ricos, lo que no aborda el problema de la distribución equitativa del agua a nivel mundial, ya que no hay desalinizadoras en países con escasos recursos Atienza, À. (2021).

Según la información proporcionada por la Asociación Internacional de Desalinización (IDA), aproximadamente 150 países dependen actualmente de la desalinización para cubrir sus necesidades de agua. A nivel mundial, se producen 80 millones de metros cúbicos al día en alrededor de 17,000 plantas de desalinización, de las cuales la mitad utilizan agua de mar. Estos datos destacan la importancia de la desalinización en todo el mundo Colomina, J. (2016).

Ecuador, a pesar de su abundancia de recursos hídricos, enfrenta desafíos en cuanto al acceso y disponibilidad de agua segura. Según estadísticas, aproximadamente el 29.9% de la población ecuatoriana no tiene acceso a agua segura, especialmente en áreas donde la calidad y disponibilidad del agua son desfavorables Acuña, B.et al. (2021).

Ecuador cuenta con una planta de ÓI construida con un sistema de captación desde el mar en la isla Puná, parroquia del cantón Guayaquil, ubicada a unos 200 metros de la línea de playa, asegura el suministro constante de agua de calidad para la planta de potabilización. Este sistema garantiza la disponibilidad permanente de agua para satisfacer las necesidades de la población.

La compañía The Coca-Cola Company es una corporación especializada en la fabricación de bebidas. Entre sus productos, incluyen agua purificada utilizando tecnologías como la ósmosis inversa y la ozonificación, lo que garantiza la pureza del agua y un sabor fresco. Además, se distinguen por utilizar envases ecológicos en su producción. Ricardo, M (2014).

En la Parroquia Pucayacu de la Provincia de Cotopaxi, especialmente durante los meses de invierno, debido a la obstrucción de los sistemas por el exceso de agua. Ocasionalmente, durante el verano, también se presentan cortes debido a la falta de agua. Para cubrir las necesidades básicas, se cuenta con un sistema de tratamiento de agua de pozo utilizando la tecnología de ósmosis inversa, según lo mencionado por Medina y Vargas (2018).

La empresa Agua Mineral "San Felipe S.A." se dedica a la producción de agua mineral embotellada con y sin gas. Sin embargo, no ha logrado expandir su mercado a pesar de los años que lleva en la elaboración y distribución de agua embotellada debido a la falta de tecnologías adecuadas Muñoz y Yáñez (2018).

### **Elementos del problema**

Las plantas de procesamiento agroindustriales carecen de una purificadora de agua de ósmosis inversa ya que es necesario contar con agua purificada limpia para sus múltiples usos agroindustriales

El desconocimiento en las aplicaciones tecnológicas limita la capacidad de aprendizaje de los estudiantes, a lo que se suma la carencia de manuales que detallen la correcta formade operar un equipo de purificación de agua por ósmosis inversa

#### ***2.5.2. Formulación del problema***

¿Qué relevancia tiene elaborar un manual de funcionamiento para el mantenimiento una purificadora de agua por ósmosis inversa y su aplicación agroindustrial?



Un manual de funcionamiento proporciona instrucciones detalladas y específicas sobre cómo operar y mantener adecuadamente el equipo de purificación de agua por ósmosis inversa. Esto es crucial para garantizar un funcionamiento eficiente y prolongar la vida útil del equipo.

En su aplicación agroindustrial, el agua purificada por ósmosis inversa puede ser utilizada en diversos usos, como riego de cultivos, producción de alimentos y bebidas, limpieza de equipos y procesos industriales.

### ***2.5.3. Justificación del proyecto integrador***

La tecnología de membranas, específicamente la ósmosis inversa, desempeña un papel crucial en la desalinización del agua para consumo humano. Aunque las plantas desalinizadoras han mejorado considerablemente en eficiencia en las últimas décadas, todavía existen desafíos relacionados con la alta cantidad de salmuera producida como residuo y la cantidad de energía requerida para su respectivo proceso Herrán, G. (2018).

La industria alimentaria produce una gran cantidad de residuos antes de ser tratados, los cuales contienen niveles extremadamente altos de materia orgánica soluble. Incluso las pequeñas fábricas estacionales generan cargas de residuos comparables a las producidas por poblaciones de 15.000 a 25.000 habitantes, mientras que las grandes generan cantidades de residuos equivalentes a las de unas 250.000 personas (Medina y Vargas, 2018).

Como consecuencia, la disponibilidad de agua como fuente de suministro para la población no es sostenible y en el futuro podría resultar insuficiente para satisfacer la creciente demanda de toda la población Acuña, B.et al. (2021). Por lo tanto, la desalinización por ósmosis inversa se presenta como una opción factible para abordar esta situación.

### ***2.5.4. Conveniencia***

Los beneficiarios directos son los estudiantes, docentes, personal administrativo a cargo de los laboratorios agroindustriales y la carrera de Agroindustrias de la Universidad Técnica de Cotopaxi, ya que es primordial contar con una purificadora de agua de ósmosis inversa para plantas con el fin de asegurar la calidad del agua eliminando cualquier tipo de contaminante presente y además de ser sostenible con el medio ambiente al reducir el consumo de agua embotellada.

### ***2.5.5. Relevancia Social***

El trabajo presentado tiene gran relevancia social, ya que busca asegurar la calidad y seguridad de los alimentos y productos elaborados por los estudiantes, dentro de los laboratorios

agroindustriales de la Universidad Técnica de Cotopaxi ya que el uso del agua es indispensable en la industria alimentaria, por lo tanto, es necesario contar con unapurificadora de ósmosis inversa

#### **2.5.6. Implicaciones prácticas**

Las tecnologías aplicadas tienen como fin mejorar la calidad del agua, proteger la salud de los consumidores y reducir gastos, para lo cual con un sistema eficiente de purificación de agua por ósmosis inversa podemos contribuir con una fuente de agua potable saludable para la utilización de las distintas áreas de la planta agroindustrial en sus diferentes usos agroindustriales fomentando un ambiente más saludable y seguro.

#### **2.5.7. Valor teórico**

El proyecto busca aplicar un valor teórico en la tecnología aplicada de purificación por ósmosis inversa, además de elaborar un manual de operaciones que proporcionará una guía y detallada para el correcto mantenimiento y uso del equipo de purificación. De esta manera, se busca garantizar su eficacia en el proceso de purificación y prolongar la vida útil del equipo para su uso continuo.

La purificadora de agua de ósmosis inversa es un equipo utilizado para purificar el agua mediante el proceso de ósmosis inversa, el cual implica la eliminación de impurezas, minerales, bacterias y otros contaminantes del agua mediante la fuerza de la presión solodando el paso de moléculas de agua pura, mientras que las partículas más grandes se quedan detrás como resultado obteniendo agua purificada para sus diferentes usos.

#### **2.5.8. Utilidad metodológica**

La elaboración del manual del uso de un purificador de agua de ósmosis inversa ofrece múltiples beneficios, además de contar con información valiosa sobre las diferentes aplicaciones tecnológicas del equipo y datos confiables sobre su funcionamiento.

En el proyecto ejecutado la utilidad metodológica está fundamentada en la aplicación tecnológica de los equipos en el laboratorio de la carrera de agroindustria, el uso de una purificadora de agua por ósmosis inversa permite eliminar impurezas presentes en el agua, como fin obtener un agua purificada de manera segura también, para sus diferentes usos agroindustriales, también reducir costos de producción y ser una herramienta amigable con el medio ambiente.

## 2.6. Alcances

En el presente proyecto integrador se busca ejecutar:

- Elaborar un manual de funcionamiento que especifique el uso, el mantenimiento y aplicación tecnológica de una purificadora de agua por ósmosis inversa para la planta agroindustrial además el manual incluirá información confiable, mencionado su uso como los procedimientos de mantenimiento esenciales
- Indagar en la búsqueda bibliográfica de información a través del equipo designado.
- Llevar a cabo la aplicación tecnológica del equipo en las instalaciones de plantas agroindustriales.

## 3. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS COMPETENCIAS

**Tabla 1.** Cuadro de competencias

<b>COMPETENCIAS</b>			
<b>Competencias previas</b>		<b>Asignatura</b>	<b>Semestre</b>
Poner en práctica los conceptos de gestión de la calidad con la finalidad de mejorar los procesos agroindustriales.		Gestión de la calidad	Sexto
Aplicar los conceptos básicos de seguridad e inocuidad alimentaria en el mejoramiento de los procesos agroindustriales.		Seguridad e inocuidad alimentaria	Sexto
Aplica los principios básicos de diseño de plantas y el correcto funcionamiento correcto con el fin de mejorar los procesos agroindustriales.		Diseño de Plantas Agroindustriales	Cuarto
<b>Competencias a desarrollar</b>	<b>Asignatura</b>	<b>Productos a entregar</b>	
		<b>Etapas 1</b>	<b>Etapas final</b>
Aplica los principios de un sistema de calidad óptimo, para su aplicación agroindustrial	Gestión de la calidad	Principales principios de un sistema de calidad, en el proceso agroindustrial.	Aplicación agroindustrial de agua
Conocimiento sobre los conceptos básicos, para asegurar el correcto manejo del equipo	Seguridad e inocuidad alimentaria	Conceptos básicos para el manejo de equipos, para mejorarla aplicación agroindustrial.	Manual de mantenimiento adecuado
Conocer sobre los conceptos básicos, las características técnicas del equipo	Diseño de Plantas Agroindustriales	Aplicación de conocimiento sobre el equipo.	Manual de funcionamiento

**Fuente:** (Aguay y Ilaquiche, 2023)

## **4. MARCO TEÓRICO**

### **4.1. Fundamentación histórica**

La Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC) está ubicada en el barrio El Ejido, en la parroquia Eloy Alfaro, perteneciente al cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi. Hace años inició el sueño de tener una institución académica de primernivel en la provincia, varios años de lucha, trabajo y sacrificio, debieron pasar para que se constituya la extensión de la Universidad Técnica del Norte. El sueño se materializó el 24 de enero de 1995 con el nacimiento de la Universidad Técnica de Cotopaxi, una entidad autónoma. A lo largo de los años, la institución ha luchado incansablemente por la igualdad social, la formación de profesionales con un enfoque humanista y la educación gratuita, asegurando que todo joven, sin importar su estrato social, tenga acceso a la educación y pueda convertirse en un profesional. (UTC, 2023)

La sede principal de la Universidad se encuentra en San Felipe, donde funcionan las facultades de Ciencias Administrativas, Ciencias Humanas y Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas. En la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi tiene su sede en el Centro de Experimentación Académica Salache (CEASA), ubicado en el campus Salache endonde está la carrera de Ingeniería Agroindustrial, fue originada al igual que la Universidad Técnica de Cotopaxi, en el 2012 ponen en marcha los laboratorios de cárnicos, frutas y hortalizas, lácteos, granos andinos y análisis de alimentos En estos laboratorios, se producen una variedad de productos derivados de lácteos, cárnicos, frutas y hortalizas entre otros (UTC, 2023).

### **4.2. Ingeniería Agroindustrial**

La agroindustria se define como el estudio de los elementos de la ingeniería que se centra en analizar, diseñar, implementar y supervisar los procesos de transformación de la materia, con el fin de crear nuevos productos que satisfagan las necesidades del consumidor (UTC, 2023).

El sector agroindustrial se define como el subconjunto del sector manufacturero encargado de procesar materias primas y productos intermedios agrícolas, forestales y pesqueros, además formar parte del concepto más amplio de agro negocios, de los cuales incluye proveedores de insumos para los sectores agrícola, pesquero y forestal, además de distribuidores de alimentos y de productos no alimentarios procedentes de la agroindustria. (FAO, 2019)

En Ecuador, la agroindustria está estrechamente relacionada con el progreso del capitalismo, debido a que este sistema facilita la formación de nuevas formas de producción en la zona rural, lo que a su vez transforma el entorno, la región y el modo de vida de su población residente

Cruz y Xavier. (2018).

### 4.3.Máquinas y equipos en la agroindustria

La implementación de tecnología, aumenta la capacidad de la productividad y competitividad de una empresa, se pueden asegurar buenos resultados con mayor velocidad y capacidad de trabajo de estas máquinas permiten completar las tareas a tiempo, y mejorar la calidad de la mano de obra y reducir los costos de producción Candia, L.et al.(2018).

La industria cárnica se ha convertido en un proceso importante de conservación y comercialización de los productos cárnicos, mejorando su calidad, para lo cual requieren grandes cantidades de agua debido a sus sistemas de producción (Lucas y García, 2018).

La industria de frutas y hortalizas utiliza diferentes métodos de conservación para transformar las materias primas, a fin de evitar el desarrollo de microorganismos y reacciones químicas y enzimáticas con el fin de prolongar la conservación de producto final Gramajo, M. (2019).

“Las industrias lácteas, tienen como finalidad la conversión de materias primas perecederas (leche) [...] en denominados productos lácteos, mediante el uso de métodos seguros para sus procesos de transformación y conservación y manteniendo unas condiciones higiénico sanitarias adecuadas” López et al., 2020, p. 5.

### 4.4.Diseño de una planta agroindustrial

El diseño agroindustrial en ingeniería implica la exploración de soluciones nuevas e innovadoras para satisfacer las necesidades humanas, aprovechando al máximo los conocimientos científicos y tecnológicos y utilizando los recursos con el fin de mejorar los sistemas de productividad (González y Granillo,2020).

Según López et al., 2020, las plantas industriales se encuentran conformadas por:

**Los sistemas de procesado:** Son todos los equipos necesarios para transformar los productos lácteos y determinan la calidad del producto final, la mayoría de la inversión de la planta y el consumo y dimensión están en los sistemas auxiliares.

**Los sistemas auxiliares:** Son aquellos que proporcionan el suministro de energía eléctrica, de aire comprimido, de vapor o agua caliente que hacen posible que el sistema funcione.

**Edificaciones:** Son las que proporcionan alojamientos para los sistemas de procesado y sistemas auxiliares en condiciones adecuadas de trabajo, confort y seguridad e higiene.

## 4.5. Fundamentos, conceptos del agua

### 4.5.1. Agua

El agua está presente naturalmente en: océanos, lagos y ríos, glaciares y aguas subterráneas, siendo el único elemento físico móvil que tiene la Tierra, y su movilidad permite operar mediante ciclos. Encontrándose el agua desde los océanos a la atmósfera (evaporación), desde la atmósfera a la Tierra o de regreso a los océanos (precipitación) desde la Tierra a los océanos y atmósfera (evaporación) Ramírez, A. (2021).

En nuestra época, el agua se emplea regularmente con tres objetivos primordiales: consumo en casa, en la agricultura y en la industria, siendo este último el de mayor importancia para nosotros mientras que en la industria alimentaria, el agua se destina a una amplia gama de usos específicos y diversos, que van desde las tareas cotidianas de limpieza e higiene personal y como componente principal de muchos productos alimentarios (Lucas y García, 2018).

### Ilustración 1. El agua



*Fuente: (María, 2020). ¿De qué se compone el agua?*

### 4.5.2. La poca accesibilidad al agua

La escasez del agua es reconocida como una amenaza actual o futura para la actividad humana a nivel global, lo que ha llevado a una clara tendencia de desarrollar recursos hídricos alternativos, como la desalación (Contreras y Estacio, 2021).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se requieren entre 50 y 100 litros de agua por persona al día para cubrir estas necesidades básicas. Esto asegura que las personas tengan acceso adecuado a los recursos hídricos necesarios para llevar una vida saludable y satisfacer sus necesidades diarias López, E. et al (2018).

### **Ilustración 2.** La poca accesibilidad al agua



**Fuente:**(Arrieta, 2020). Derecho al agua tiene rango constitucional

#### **4.5.3. Calidad del agua**

Se ha convertido en un tema de gran preocupación en todo el mundo, especialmente en las regiones en vías de desarrollo. La calidad del agua es un tema muy importante en la actualidad debido al crecimiento de la población mundial y la expansión de las áreas urbanas. Esto ha llevado a la necesidad de un suministro de agua más amplio y a un mayor control de su calidad (Fundación Aquae, 2021).

La calidad del agua se encuentra relacionada con la salud y el crecimiento económico, siendo crucial para alcanzar el bienestar y el desarrollo sostenible del ser humano Chávez, J. (2018).

### **Ilustración 3.** Calidad del agua



**Fuente:** (López, 2023). Calidad del agua

#### **4.5.4. Tipos de contaminación del agua**

Figueroa y colaboradores (2023) menciona los diferentes materiales extraños:

**Los agentes patógenos**, como virus, bacterias, protozoos y parásitos, provienen de desechos

orgánicos que necesitan oxígeno para descomponerse.

**Las sustancias químicas inorgánicas**, como ácidos y compuestos metálicos tóxicos como plomo y mercurio, también contaminan el agua.

**Los productos químicos orgánicos.** Se encuentran en productos de desecho humano como detergentes, pesticidas, plásticos y aceite, pueden permanecer en el agua y tener diversos grados de toxicidad.

**Sedimentos o materia suspendida.** Se encuentran presentes en partículas insolubles del suelo, son un factor importante en el agua.

**La contaminación marina.** La vida acuática se pierde y los ecosistemas son dañados como resultado de la extrema toxicidad que contienen los residuos industriales.

#### **Ilustración 4.** Agua contaminada



**Fuente:**(Vazquez, 2022). La calidad del agua que usamos en México

#### **4.5.5. Físicoquímica del agua**

La tecnología de ósmosis inversa es una de las técnicas utilizadas para lograr esta purificación. Este proceso puede eliminar hasta un 98% de los solutos disueltos, lo que demuestra su alta eficiencia. Sin embargo, es importante considerar las características físicoquímicas del agua que se va a tratar para proteger las bombas de alta presión, las membranas y otros componentes de la planta de ósmosis inversa durante este proceso Saavedra, A.et al. (2022).

#### **4.5.6. Propiedades del agua**

El agua es una sustancia con características extraordinarias que la hacen idónea para el sustento de la vida. Entre sus propiedades más importantes tenemos. Moya, G. (2022).



**Tabla 2.** Principales propiedades del agua.

<b>Elevada fuerza de cohesión</b>	El agua es una sustancia con propiedades singulares, de las cuales sus características más relevantes, destaca su capacidad de establecer enlaces “puentes de hidrógeno” siendo esenciales para la vida Saavedra, A.et al. (2022).
<b>Capacidad de disolución</b>	El agua es conocida como el solvente universal debido a su capacidad para disolver una amplia gama de sustancias, lo cual es esencial para la vida Moya, G. (2022).
<b>Gran calor específico</b>	El agua tiene un calor específico igual a 1, lo que significa que se necesita más calor para aumentar la temperatura de una cierta cantidad de agua en comparación con cualquier otro líquido Jiménez, A. (2018).
<b>Elevado calor de vaporización</b>	El calor latente de vaporización es el cambio energético que ocurre cuando un líquido, mezcla de líquidos o solución saturada se transforma en vapor saturado Saavedra, A.et al. (2022).
<b>Alta tensión superficial</b>	La alta tensión superficial del agua, lo que implica que las moléculas de agua en la superficie están más cercanas unas a otras en comparación con las moléculas debajo de la superficie. Esto permite que el agua se mantenga unida en la superficie, formando gotas o charcos Moya, G. (2022).
<b>Alta constante dieléctrica</b>	La constante dieléctrica del agua es bastante elevada, siendo solo superada por algunos líquidos biológicos como la sangre y la orina. Es decir, el alta constante dieléctrica del agua favorece la separación de los iones en solución Saavedra, A.et al. (2022).

**Fuente:**(Aguay y Ilaquiche, 2023)

#### 4.5.7. pH del agua

El pH es una medida que indica si una sustancia es ácida, neutra o básica, determinada por la cantidad de iones hidrógeno presentes. Si el pH es menor a 7, se considera que la sustancia es ácida, mientras que si es mayor a 7 es básica. El Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano, estipulado en el DS N°. 031-2010-SA del 2010, establece que el rango aceptable de pH en el agua destinada para consumo humano debe estar entre 6.5 y 8.5 Canaza, y Mamani, (2020).

#### 4.5.8. Salinidad del agua

El agua es ampliamente reconocida como el disolvente universal debido a su capacidad excepcional para disolver una amplia variedad de sustancias, incluyendo sales. Cuando las sales entran en contacto con el agua, se ionizan y forman una solución iónica, lo cual se conoce como salinidad Moya, G. (2022).

**Tabla 3.** Tipos de agua según su grado de Salinidad.

Salinidad (ppm)	Tipo de agua	Ejemplo
0,5 – 5,0	Destilada	Agua desmineralizada
20 – 1000	Dulce	Agua potable
1000 – 10.000	Salobre	Río
10.000 – 40.000	Salada	Océano
50.000 – 150.000	Salmuera	Mezcla para encurtidos
>150.000	Hipersalina	Mar Muerto

**Fuente:**(Saavedra, A.et al. 2022). Manual técnico de desalación y purificación de aguas mediante ósmosis inversa

En la tabla 3 se pueden observar la salinidad medida en ppm de los cuales son utilizados para expresar los niveles de diferentes tipos de agua, con el fin de comparar con ejemplos los diversos rangos expresados en ppm.

#### 4.5.9. Densidad del agua

La densidad se refiere a la cantidad de masa que está presente dentro de un volumen específico. Esta medida se expresa como la masa de la sustancia dividida por la unidad de volumen.

**Tabla 4.** Valores de densidad en relación con la temperatura

Temperatura (°C)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )
10	999,7
20	998,3
30	995,6
40	992,3
50	988,1
60	983,1
70	977,8
80	971,8
90	965,3

**Fuente:**(Saavedra, A.et al. 2022). Manual técnico de desalación y purificación de aguas mediante ósmosis inversa

En la tabla 4 se pueden observar la relación de la densidad y la temperatura del agua, las cuales van ascendiendo significativamente la temperatura (10, 20,30, 40, 50, 60, 70,80,90) en el caso de la densidad (999,7; 998,3; 995,6; 992,3; 988,1; 983,1; 977,8; 971,8; 965,3) descendiendo debido a la mayor temperatura menor densidad.

#### **4.5.10. Conductividad eléctrica**

Jurado, C.et al.(2021) citado de (Olivera, 2019) mencionan que:

La conductividad eléctrica del agua se refiere a su capacidad para conducir la energía eléctrica debido a la presencia de sustancias disueltas y ionizadas. Es el opuesto al concepto de resistividad y sirve como indicador de la mineralización del agua. La conductividad eléctrica se mide comúnmente en Siemens por centímetro (S/cm). Esta conductividad es proporcional a la cantidad de sólidos disueltos en el agua, como resultado a mayor concentración, mayor será la conductividad.

#### **4.5.11. Presión osmótica**

La presión osmótica es descrita como la cantidad de presión para evitar el flujo neto del disolvente a través de una membrana semipermeable. Este fenómeno es considerado una de las cuatro propiedades coligativas de las soluciones, que dependen del número de partículas en la disolución, independientemente de su identidad química. Una de las características más importantes a considerar en la composición líquida del medio interno en los organismos vivos, porque la membrana plasmática actúa como una barrera de control regulando la entrada y salida de solutos hacia y desde el medio extracelular. Figueroa, L.et al. (2023)

#### **4.5.12. Alcalinidad del agua**

La alcalinidad puede definirse como la capacidad de una muestra de agua para neutralizar ácidos. Esta propiedad puede originarse a partir de compuestos como hidróxidos, carbonatos o bicarbonatos de elementos como calcio, magnesio, sodio, potasio o amonio. A medida que aumenta la concentración de carbonato y bicarbonato, la alcalinidad total del agua también aumentará Digiuni, S. (2022).

#### **4.5.13. Dureza del agua**

Solís, Y.et al.(2018) citado de Rodríguez, R.et al. (2010) mencionan que:

La concentración de metales alcalinotérreos presentes en el agua, especialmente calcio (Ca) y magnesio (Mg), provenientes de la disolución de rocas y minerales, se utiliza para medir la

dureza del agua. Esta medida se expresa comúnmente en mg/L de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ).

#### 4.5.14. Turbidez del agua

La turbiedad es un método indirecto para medir la cantidad de partículas coloidales presentes en suspensión en una muestra de agua. Estas partículas pueden ser el resultado de procesos erosivos causados por la deforestación dentro de la cuenca hidrográfica, la sedimentación del lecho de la corriente, la presencia excesiva de microorganismos o la influencia de la descarga de aguas residuales domésticas, industriales o agrícolas. La cantidad de turbiedad se cuantifica en UNT y se mide por un instrumento denominado turbidímetro Canaza, G. et al. (2020).

#### 4.6. Técnicas de pretratamiento, tratamiento y pos tratamiento

El agua es sometida a diferentes tratamientos y métodos de desinfección con el fin de eliminar microorganismos y sustancias químicas dañinas que puedan causar enfermedades graves en los seres humanos Ferrer, P. (2018).

**Ilustración 5.** Procesos de tratamiento de agua



**Fuente:** Tratamiento de agua. (s. f.). Procesos de tratamiento de agua

##### 4.6.1. Cribado

El proceso de cribado se lleva a cabo empleando técnicas manuales y mecánicas con el fin de retirar los residuos flotantes que se pueden observar a simple vista en las aguas residuales, ya sean de tamaño fino o grueso. Durante este procedimiento, se utilizan rejillas con orificios que van desde los 5 mm para los sólidos finos, a entre 4 y 9 cm para los sólidos gruesos. Meneses, D. (2023).

##### 4.6.2. Coagulación-floculación

La coagulación es un proceso químico empleado en el tratamiento de agua, el cual consiste en neutralizar las cargas eléctricas de las partículas de una suspensión coloidal para que estas empiecen a agregarse Guerrero, M. (2023)

Los coagulantes permiten atraer coloides de diferente signo, lo que desestabiliza estas partículas, ya que los coloides tienen una carga superficial distinta a la del coagulante. Por otro lado, los floculantes buscan agrupar estos pequeños coloides en partículas más grandes, facilitando así su sedimentación Ferrer, P. (2018).

#### **4.6.3. Sedimentación**

El proceso que implica la separación de un líquido claro de una suspensión produce como subproducto un lodo concentrado en sólidos que se asienta en el fondo del recipiente debido a la fuerza de gravedad y su peso específico superior al del agua Guerrero, M. (2023).

#### **4.6.4. Filtración**

La filtración es una técnica que implica la eliminación de microorganismos, como bacterias y virus, junto con partículas de tamaño reducido, mediante el uso de un medio filtrante, el objetivo de que este medio sea capaz de retener las partículas, sustancias o sólidos en suspensión que se deseen eliminar del líquido Ferrer, P. (2018).

Según Salamanca, E. (2016). Menciona las diferentes unidades de filtración se pueden clasificar en base a los parámetros, tales como:

- **El tipo de lecho filtrante** utilizado (simple, como arena o antracita, o lechos dobles o múltiples).
- **El sentido del flujo** (descendente, ascendente, o ascendente-descendente)
- **La forma en que se aplica la carga de agua sobre el lecho** (a gravedad o a presión),
- **La forma de control operacional** (tasa constante y nivel variable, tasa constante y nivel constante, o tasa declinante).

#### **4.6.5. Desinfección**

La desinfección del agua mediante el uso de productos químicos se lleva a cabo con el objetivo de eliminar cualquier forma de vida presente en el agua, incluyendo virus, bacterias, entre otros, ya que estos microorganismos pueden ser responsables de diversas enfermedades que afectan a las personas que consumen esta agua Ferrer, P. (2018).

#### **4.6.6. Desinfección con Ozono (O<sub>3</sub>)**

El ozono (O<sub>3</sub>) es un gas con un olor fuerte y generalmente incoloro que se genera a partir del gas oxígeno (O<sub>2</sub>) al exponerlo a un campo eléctrico. Durante este proceso, el O<sub>2</sub> se carga eléctricamente, rompiendo los enlaces entre los átomos y reaccionando con otra molécula de

oxígeno, lo que da lugar a la formación de O<sub>3</sub> con una carga eléctrica negativa. Este método se utiliza ampliamente en la desinfección de aguas residuales García, E.et al.(2020).

#### **4.6.7. Desinfección con cloro:**

La desinfección del agua mediante el uso de cloro es el método más común y desempeña un papel crucial en todo el mundo para prevenir infecciones. Se utilizan diversos derivados clorados, como cloro gas, hipoclorito o dióxido de cloro, para diversas desinfecciones. El ácido hipocloroso es el componente que ejerce la función germicida, y los demás compuestos pueden transformarse en él mediante una reacción con el agua Calderón, O. (2023).

#### **4.6.8. Desinfección con Radiación ultravioleta:**

Esta tecnología se enfoca en purificar el agua utilizando radiación ultravioleta, sin generar subproductos derivados de su uso y sin alterar las características sensoriales del agua tratada. Este tipo de tratamiento es una alternativa a la desinfección del agua sin la adición de productos químicos Ferrer, P. (2018).

### **4.7.Los Fundamentos de la desalación**

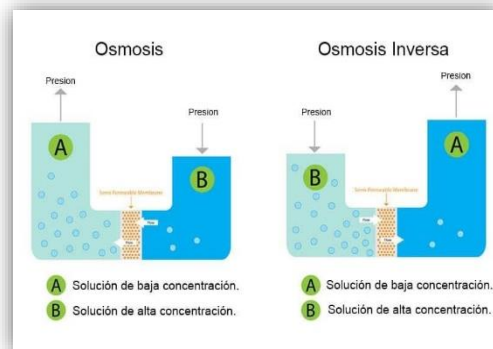
La desalinización se fundamenta en separar el flujo de una solución acuosa con un contenido específico de sales en dos flujos diferentes. El primer flujo de salida, llamado permeado, tiene una concentración de sales significativamente menor que la concentración de entrada. Por otro lado, el segundo flujo, conocido como salmuera o concentrado, tiene una concentración de sales mayor que el flujo de entrada Fajardo, A. (2018).

A nivel global, las plantas de desalinización producen anualmente más de 110 millones de toneladas del producto final, el cual se utiliza en gran parte para consumo humano (55%), procesos industriales y generación de energía en termoeléctricas (40%). El 5% restante se emplea mayormente en el riego agrícola tecnificado Saavedra, A.et al.(2022).

### **4.8.Tecnología de desalación por membranas**

Los procesos de membrana son una tecnología que separa el agua, ya sea salina o salobre, a través de una membrana semipermeable con el fin de obtener una solución de menor concentración Herrán, G. (2018).

**Ilustración 6.** Diagrama comparativo entre el proceso natural de ósmosis y el proceso de ósmosis inversa



**Fuente:** (Esidin, 2020). Diseño de un sistema de ósmosis inversa

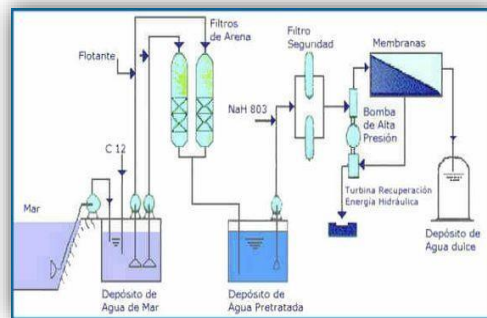
#### 4.8.1. Ósmosis inversa (ÓI)

Según Namuche, S. (2019) Menciona que la ósmosis inversa es un procedimiento donde se aplica una presión mayor a la presión osmótica, específicamente en el compartimiento que tiene la concentración más alta de sustancias disueltas. Esta presión fuerza al agua a atravesar una membrana semipermeable en sentido contrario al proceso natural del ósmosis.

La ósmosis es un fenómeno muy común en la naturaleza. Tanto los organismos vivos, como el ser humano, animales y plantas, utilizan la ósmosis para llevar a cabo diversos procesos. Si dos fluidos de diferentes densidades están separados por una membrana semipermeable, se crea una diferencia de presión entre ellos, y el fluido de menor densidad atraviesa la membrana para igualar las presiones en ambos lados. A este fenómeno se le conoce como ósmosis. En la industria, se ha logrado aplicar este fenómeno en sentido contrario, y a este proceso se le llama ósmosis inversa Rivas, R. (2018).

Una forma conveniente de describir el proceso de ósmosis inversa es a través de la comparación con la ósmosis natural o directa, que ocurre cuando dos soluciones de diferente concentración se ponen en contacto a través de una membrana semipermeable desde una solución de menor concentración hacia otra de mayor concentración Saavedra, A.et al.(2022).

## Ilustración 7. Desalinización del agua por medio de ÓI



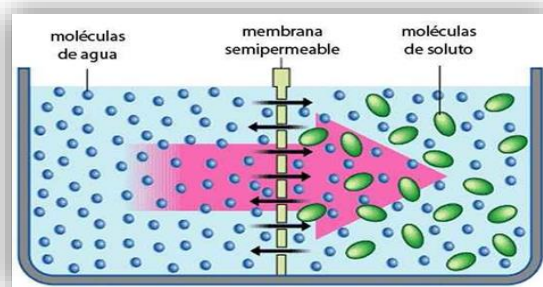
**Fuente:** (Perera & Perera, 2016). La desalinización del agua en Lanzarote por medio del sistema Ósmosis

### 4.8.1.1. Procesos a presión alta

Ramos, L. (2021) citado de Arreguín, F. (2000) afirman que:

En el método, se emplea fuerza para vencer la presión osmótica del agua que se pretende purificar. El sistema recibe su denominación debido a que ayuda a contrarrestar el proceso osmótico convencional. En términos simples, las soluciones diluidas se desplazan hacia las más concentradas a través de una membrana semipermeable, gracias a la disparidad en la energía potencial. Para lograr la separación entre el agua y las sales, se requiere la aplicación de una fuerza externa.

## Ilustración 8. Procesos a presión alta



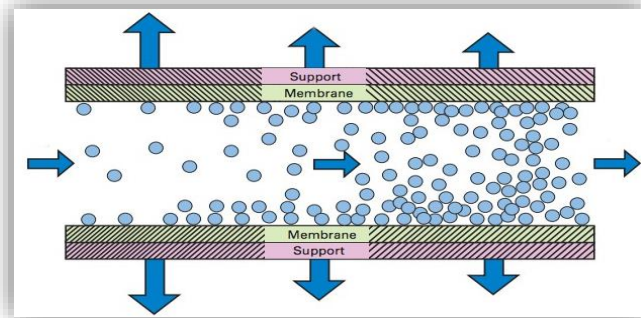
**Fuente:** (Mar, 2020). ¿Qué es la ósmosis?

### 4.8.2. Fenómeno de ósmosis inversa

La membrana semipermeable utilizada en la ósmosis inversa tiene la capacidad de filtrar una gran cantidad de contaminantes presentes en el agua. Sin embargo, no todo el líquido es capaz de atravesar esta membrana. Como resultado, se obtienen dos fluidos: el permeado, que tiene bajos niveles de solutos y es el líquido que atraviesa la membrana, y el concentrado o rechazo, que tiene altos niveles de solutos y no puede pasar a través de la membrana. Mora, S. (2019).



**Ilustración 9.** Proceso permeado membrana ósmosis inversa

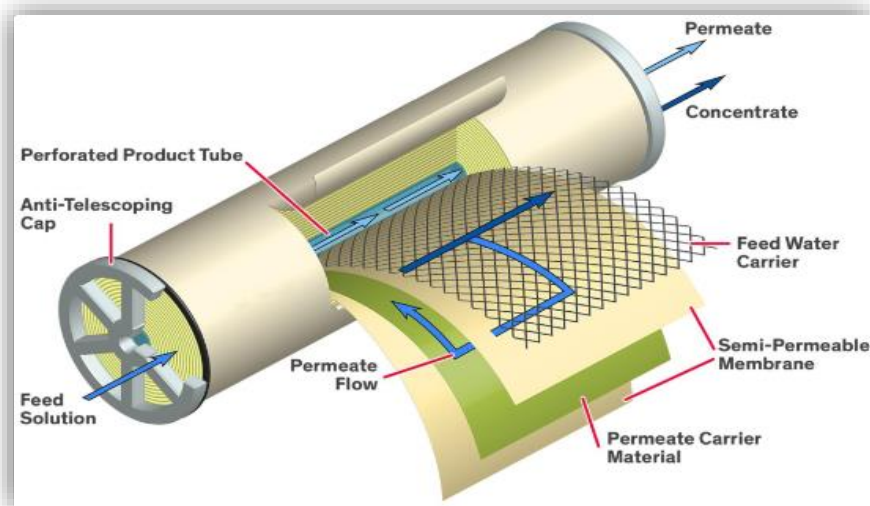


**Fuente:** (Auyama, 2019). Planta de membrana: ósmosis inversa / ultrafiltración/ Mbr

#### 4.8.2.1. Características en la ósmosis inversa

Se puede destacar que una de las aplicaciones más importantes de la tecnología de ósmosis inversa es en el tratamiento de agua para consumo humano o uso industrial, con el propósito de eliminar los iones presentes en el agua, principalmente calcio y magnesio, los cuales generan incrustaciones o sarro. En este proceso, es necesario aplicar altas presiones para vencer la presión osmótica, por lo que se utilizan membranas especiales que permiten el paso del agua mientras retienen las sales Quezada, R. (2019).

**Ilustración 10.** Características de membrana semipermeable en espiral



**Fuente:** (Auyama, 2019). Planta de membrana: ósmosis inversa / ultrafiltración/ Mbr

Según Namuche, S. (2019). Menciona las principales características de la ÓI

- Las membranas semipermeables son utilizadas para permitir el paso del agua y retener sustancias orgánicas
- En procesos de ósmosis inversa, es habitual que se requieran presiones de operación elevadas que puedan superar los 1000 psig.

- Tratar aguas que contienen altas concentraciones de sólidos totales disueltos, llegando a manejar hasta 80,000 ppm de estas sustancias.
- Las membranas se fabrican con dos materiales específicos: acetato de celulosa y poliamidas, siendo resistentes a los agentes químicos y biológicos.

#### 4.9. Ensuciamiento, incrustación y deterioro de las membranas

##### 4.9.1. Ensuciamiento (Fouling)

La acumulación biológica, también conocida como fouling, es una de las principales razones de daño en las membranas de los sistemas de purificación de agua basados en ósmosis Quezada, R. (2019).

#### Ilustración 11. Membranas afectadas por Ensuciamiento (fouling)



**Fuente:**(Telwesa, 2021). Reutilización de membranas de ósmosis inversa

Según Saavedra y colaboradores (2022) mencionan las principales causas de obstrucción de las membranas provocadas por diversos tipos de impurezas:

- **El fouling inorgánico:** Se produce a causa de la acumulación de partículas en suspensión, tales como arena, hidróxidos metálicos insolubles, entre otras.
- **El fouling orgánico:** Se deriva de macromoléculas orgánicas presentes en el agua como aceites, grasas, ácidos húmicos/fúlvicos y surfactantes, las cuales suelen cubrir completamente la superficie de la membrana.
- **El fouling biológico** Se produce por la adherencia y crecimiento de bacterias, microalgas, mohos, hongos y otros microorganismos, los cuales forman biopelículas (biofilms) que llegan a cubrir completamente la superficie activa de filtración, lo que implica una drástica disminución en la producción de permeado

#### 4.9.2. *Incrustación (scaling)*

La formación de incrustaciones inorgánicas se debe a la presencia de compuestos de esta naturaleza que se depositan en la superficie o en los poros de la membrana. Este tipo de depósitos son el resultado de la baja solubilidad de ciertos compuestos, lo cual causa una sobresaturación en el agua y una concentración de iones que supera los niveles de solubilidad de equilibrio Castro, L, et al. (2023).

**Ilustración 12.** Membranas afectadas por incrustaciones (scaling)



**Fuente:** (Manrique, 2017). Bioensuciamiento de membrana de ósmosis inversa

Un signo inicial que puede indicar la presencia de incrustaciones en una membrana es una reducción en el rendimiento de la planta o un aumento en la presión de operación. Aragon, A. (2016).

#### 4.9.3. *Ataque bacteriano o químico a las membranas (Biofouling)*

El concepto de biofouling surge de la combinación del prefijo griego 'bio', relacionado con lo biológico y del término inglés 'fouling', que se refiere a formaciones o depósitos de materiales no deseados. Este término es ampliamente aceptado a nivel internacional para describir la acumulación no deseada de elementos orgánicos e inorgánicos sobre superficies naturales o artificiales González, J. (2016).

**Ilustración 13.** Membranas afectadas por Ataque bacteriano



**Fuente:** (Global Membrains, 2020). Soluciones rápidas a problemas urgentes de membranas

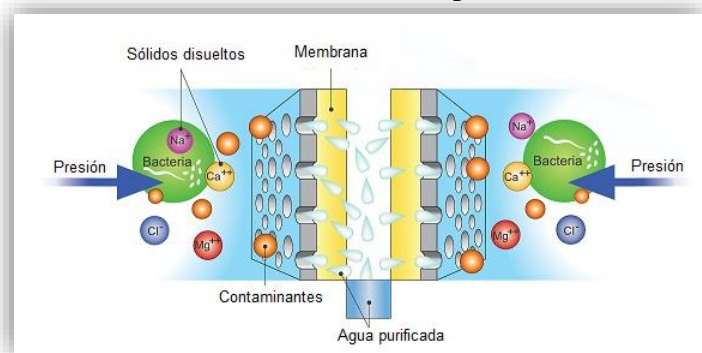
#### 4.10. Métodos de desinfección ÓI

Dentro de los métodos más comunes para desinfectar el agua se incluyen los siguientes:

##### 4.10.1. Filtración por ÓI

La ÓI ofrece la filtración más avanzada que existe en la actualidad, lo que permite eliminar la mayoría de los sólidos disueltos y suspendidos, así como también evitar el paso de bacterias y virus. Esto nos brinda un agua pura y esterilizada que cumpla con los límites permitidos de sólidos disueltos Gómez, R.et al. (2022).

**Ilustración 14.** Filtración por membranas de ÓI

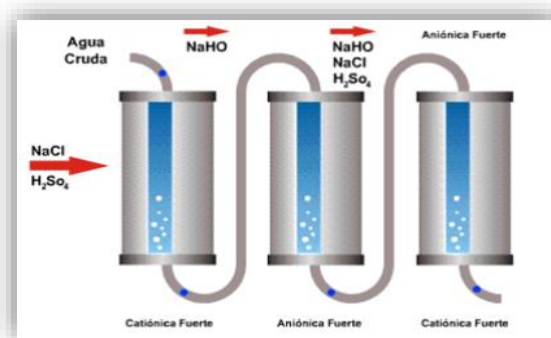


**Fuente:**(Consultor & Consultor, 2022). Un proceso sofisticado de filtración por membranas

##### 4.10.2. Intercambio Catiónico

Un intercambiador de iones es un material sólido que no se disuelve en agua y que puede intercambiar aniones o cationes con el agua que entra en el proceso. Se utiliza una resina catiónica para intercambiar los iones  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  por  $\text{H}^+$  en el agua de alimentación, seguida de una resina aniónica que intercambia los iones  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  y  $\text{NO}_3^-$  por  $\text{OH}^-$ . De esta manera, se logra modificar las características del agua para ajustarlas a los requisitos específicos del proceso industrial Saavedra, A.et al. (2022).

**Ilustración 15.** Esquema del intercambio Catiónico



**Fuente:** (Autor, 2023). Tratamiento de agua por intercambio iónico

#### 4.10.3. Fotoemisión (ultravioleta (UV))

La desinfección mediante radiación ultravioleta (UV) es un método creativo y práctico de desinfección utilizado en aguas residuales, ya que tiene la capacidad de inactivar de microorganismos. Este método de desinfección con radiación ultravioleta se aplica tanto en aguas industriales como en el tratamiento de aguas residuales tratada Calderón, O. (2023).

**Ilustración 16.** Desinfección del agua lámpara (UV)

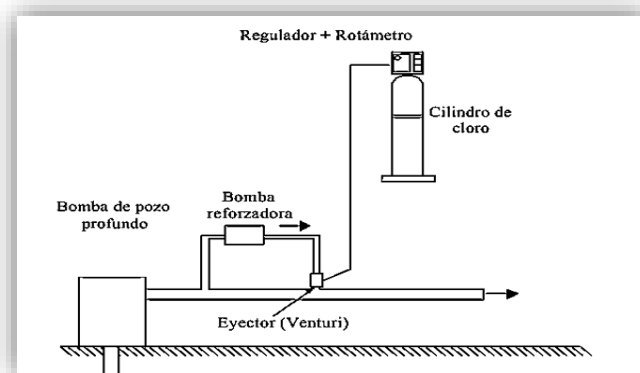


**Fuente:**(Vieta, 2021). Uso de lámparas de luz ultravioleta (UV) para tratamiento de agua

#### 4.10.4. Cloración

El uso del cloro como agente desinfectante comenzó a utilizarse a partir del siglo XX y en la actualidad se ha vuelto muy popular. Es el desinfectante más comúnmente utilizado en el tratamiento del agua, eliminando la mayor parte de microorganismos presentes Vejar, A. (2020).

**Ilustración 17.** Sistema de desinfección de cloro vía directa en agua



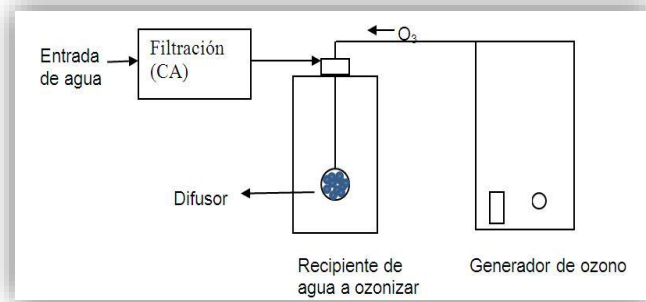
**Fuente:**(Proagua Ingenieros S.A.C., 2021). Sistemas de cloración a gas

#### 4.10.5. Ozonificación

Calderón, O. (2023). Citado de (Osorio Robles, 2012) mencionan que:

La ozonización es un método creativo de desinfección que se utiliza en la actualidad para purificar aguas potables, pero su aplicación no se limita únicamente a estas, ya que también puede emplearse en la desinfección de aguas residuales. En la actualidad, el ozono se considera una especie química altamente efectiva y segura para la desinfección del agua.

**Ilustración 18.** Sistema de Ozonización de agua



**Fuente:**(Fernández, 2014). Evaluación comparativa de la capacidad de desinfección

#### 4.11. Aplicaciones de la ósmosis inversa

La ósmosis inversa es una técnica ampliamente utilizada en diversas actividades principalmente industriales y servicio, entre ellas tenemos:

#### 4.12. Aplicaciones de obtención agua potable

La técnica de ósmosis inversa (ÓI) es utilizada en plantas de tratamiento para purificar el agua con la finalidad de obtener agua potable, especialmente en áreas donde la escasez de agua dulce es un problema con el fin de eliminar iones, moléculas y partículas presentes en el agua para hacerla apta para el consumo humano Quevedo, N. (2013).

**Ilustración 19.** Obtención de agua potable



**Fuente:**(Martínez, 2020). Calidad del agua de la CDMX en picada

#### 4.13. Obtención de agua ultra pura

La calidad del agua suministrada a la industria a menudo no es adecuada para los procesos industriales debido a la presencia de sales disueltas que la hacen inapropiada para sus usos. La industria de alimentos y bebidas, que utiliza agua en la mayoría de sus procesos, necesita asegurarse de contar con una fuente de agua segura. Además, requiere de técnicas de tratamiento que sean capaces de producir agua de alta calidad para no afectar las características del producto final Ferrer, P. (2018).

#### Ilustración 20. Obtención de agua ultra pura



**Fuente:**(Valdivielso, 2020). ¿Qué es el agua potable?

#### 4.14. Aplicaciones de tratamiento de aguas residuales

Se puede decir que, en términos generales, las aguas residuales contienen una gran cantidad de agua, aproximadamente un 99.9%, mientras que el resto está compuesto por elementos orgánicos y elementos químicos presentes, los cuales son provenientes de subproductos descartados Pérez, M. et al, (2020).

"La ósmosis inversa es a menudo capaz de recuperar la mayor parte del agua a una pureza lo suficientemente alta como para que se pueda reutilizar. El residuo se concentra, lo que hace que su eliminación sea menos costosa, lo que generalmente justifica el costo del proceso de recuperación". (Quevedo, 2013, p.26)

### Ilustración 21. Tratamiento de aguas residuales



**Fuente:**(Cañizares, 2023). Aguas residuales, soluciones utilizadas en diversas partes del mundo

#### 4.15. Aplicaciones en la industria

La ósmosis inversa es la técnica más utilizada para desalinizar agua, pero también se aplica para obtener agua para fines industriales, siendo importante destacar que el uso de la (ÓI) en la industria puede variar significativamente dependiendo de la empresa o sector a utilizar.

**Tabla 5.** Principales industrias que utilizan la (ÓI)

<b>Industria metalúrgica</b>	Eliminación de impurezas en las superficies metálicas, se emplea agua de alta calidad en los procesos de lavado y enjuagado.
<b>Industria farmacéutica</b>	Producción de fármacos demanda el uso de agua altamente pura completamente libre de microorganismos, impurezas y material orgánico que puedan afectar el proceso de fabricación.
<b>Industria sanitaria</b>	En diversas áreas, que incluyen desde técnicas de laboratorio, así como en la esterilización y desinfección del instrumental sanitario y equipos médicos.
<b>Industria química</b>	Utilizada en los procesos de producción para fabricar disolventes, pinturas, plásticos, pesticidas, productos agroquímicos, fibras sintéticas y resinas.
<b>Industria alimenticia</b>	El agua es un elemento esencial en esta industria, formando parte integral del proceso de producción y en ocasiones es un componente activo del producto.
<b>Industria electrónica</b>	El agua es utilizada en diferentes fases del proceso de fabricación, especialmente en el aclarado.
<b>Ganadería</b>	El agua puede contener un nivel alto de sales que pueden ser perjudiciales para la salud y el crecimiento de los animales.
<b>Agricultura</b>	La calidad del agua utilizada para el riego no necesita ser tan alta como la del agua potable, pero en algunos casos en los que fuentes de agua presentan una calidad deficiente o una alta salinidad

**Fuente:** Elenapl. (2020). Aplicaciones en industrias de la ósmosis inversa

#### 4.16. Requisitos fisicoquímicos y microbiológicos del agua purificada, envasada

Según (INEN NTE 2200: 2007) establece las cantidades máximas de los parámetros que son indicadores de la calidad del agua de los cuales se aprecian en la tabla 6:



**Tabla 6.** Requisitos del agua purificada envasada o agua purificada mineralizada envasada

<b>Requisitos</b>	<b>Mínimos</b>	<b>Máximos</b>
Color expresado en unidades de color verdadero (UTC)	--	5
Turbiedad expresada en unidades nefelométrías de turbiedad NTU	--	3
Sólidos totales disueltos expresados en mg/l - Agua purificada envasada - Agua purificada mineralizada envasada	-- 250	500 1000
pH a 20 °C - No carbonatada. - Carbonatada. - Proceso de ósmosis y destilación.	6,5 4,0 5,0	8,5 8,5 7,0
Color libre residual, mg/l	0,0	0,0
Dureza, CaCO <sub>3</sub> mg/l	--	300
Olor y sabor	Inobjetable	

**Fuente:** NTE INEN 2200. Agua Purificada, Envasada.

Para el agua purificada, envasada de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2200:2007 El agua purificada envasada o el agua purificada mineralizada envasada nos especifica que debe cumplir con los requisitos microbiológicos que se puede apreciar en la tabla 7:

**Tabla 7.** Requisitos microbiológicos para muestra unitaria o de anaquel.

	<b>Límite máximo</b>
Aerobios mesófilos, UFC/ml	$1,0 \times 10^2$
Coliformes NMP/100 ml	< 1,8
Coliformes UFC/100 ml	< $1,0 \times 10^2$

**Fuente:** NTE INEN 2200. Agua Purificada, Envasada.

**Nota:** Los valores < 1,8 y <  $1,0 \times 10^2$  significan ausencia, o no detectables.

#### **4.17. Fundamentación legal**

##### ***4.17.1. Reglamento Interno de Régimen Académico UTC***

**Artículo 194.-** Característica del trabajo de titulación. - Los trabajos de titulación deberán ser individuales. Cuando su nivel de complejidad lo justifique, podrán realizarse en equipos de dos estudiantes, dentro de un mismo programa. El nivel de complejidad y los casos excepcionales de los trabajos de titulación serán determinados por la Subdirección de Posgrados previo informe de una comisión designada para el efecto. (UTC, 2018, p74)

**Artículo 195.-** Modalidades de titulación. - Las modalidades de titulación estarán establecidas en cada Programa y serán al menos dos. (UTC, 2018, p74)

**Artículo 196.-** De la presentación. - El trabajo de titulación debe ser presentado en el último periodo académico del Programa. (UTC, 2018, p74)

**Artículo 197.-** Plazo adicional. - Aquellos estudiantes que no hayan culminado y aprobado la opción de titulación escogida en el período académico de culminación de estudios, lo podrán desarrollar en un plazo adicional que no excederá el equivalente a dos períodos académicos ordinarios, para lo cual, deberán solicitar al director de Posgrado, el primer periodo adicional no requerirá de pago por concepto de matrícula o arancel, ni valor similar. De hacer uso del segundo periodo requerirá de pago por concepto de matrícula o arancel fijados por el Honorable Consejo Universitario. (UTC, 2018, p74)

**Artículo 198.-** Modalidad del trabajo de titulación. - El estudiante deberá escoger una de las modalidades de titulación establecidas en el Programa, después de haber culminado y aprobado el primer módulo de la Unidad de Titulación. (UTC, 2018, p74)

**Artículo 199.-** De la presentación del tema del trabajo de titulación. – El estudiante deberá presentar el tema del trabajo de titulación, mediante una solicitud, en el formato elaborado para el efecto. El estudiante se presentará ante una terna de docentes afines al Programa designados por el Consejo Directivo de Posgrado, donde expondrá el diseño metodológico de su tema. El estudiante podrá sugerir a un profesional para que sea su tutor, de los que constan en el Programa. (UTC, 2018, p74)

**Artículo 200.-** De la aprobación del tema del trabajo de titulación. - La Subdirección Académica de Posgrado, en conocimiento del informe de la terna que revisó el tema, remitirá y sugerirá al Consejo Directivo de Posgrado la aprobación y la ratificación o designación del Tutor del mismo. (UTC, 2018, p74)

**Artículo 201.-** De la presentación del Informe del Protocolo del trabajo de titulación. - Se

presentará en la Coordinación del programa firmado por el Tutor, en el formato elaborado para elefeto de acuerdo al cronograma establecido en el Programa. El Consejo Directivo de Posgrado conocerá y aprobará o no el informe. (UTC, 2018, p74)

**Artículo 202.-** Funciones del Tutor del Trabajo de Titulación. - Las funciones del tutor del trabajo de Titulación son:

1. Garantizar que el trabajo cumpla con los requerimientos planteados por el programa.
2. Garantizar la originalidad y calidad del trabajo.
3. Orientar al estudiante durante todo el desarrollo del plan de actividades
4. Garantizar los lineamientos y estructuras establecidas para las modalidades de titulación.

En el caso de que las características del trabajo de titulación exijan el apoyo de algún profesional externo, vinculado o no a la Universidad, éste puede aparecer como co- Tutor del trabajo. (UTC, 2018, p74)

**Artículo 203.-** De la presentación del trabajo de titulación. - El trabajo de titulación se presentará al Coordinador del Programa mediante una solicitud, adjuntando un anillado firmado por el o los autores y el Tutor, en el formato elaborado para el efecto. El estudiante deberá presentar el trabajo de titulación en el plazo establecido al respecto. (UTC, 2018, p74)

**Artículo 206.-** Entrega del trabajo de investigación. - El estudiante entregará dos ejemplares del trabajo de titulación debidamente empastado y digitalizado, en el formato establecido. (UTC, 2018, p74)

**Artículo 207.-** De la defensa del trabajo de titulación. - El Coordinador del Programa elevará al Consejo Directivo de Posgrado el cronograma de la exposición y defensa oral del Trabajo de Titulación para análisis y aprobación. (UTC, 2018, p74)

**Artículo 208.-** Evaluación de la exposición y defensa del trabajo de titulación. - Se considera lo siguiente:

- A. El Tribunal emitirá la correspondiente evaluación. Para ser considerado como aprobado, deberá obtener una evaluación promedio mínima de 7/10 (siete sobre diez)
- B. De ser aprobada la exposición y defensa del trabajo de Titulación, se levantará el acta de titulación y se convocará a la investidura colectiva, según el cronograma.
- C. El acta será firmada en duplicado por todos los Miembros del Tribunal y el secretario de Posgrado.
- D. El acto de exposición y defensa del trabajo de Titulación es público. (UTC, 2019)

**Artículo 212.-** Ejemplar del Trabajo de titulación para archivo. - La Dirección de Posgrado deberá entregar un ejemplar en forma digital del trabajo de titulación a la Biblioteca de la

Universidad para el repositorio digital, previa verificación del Coordinador del Programa y un archivo digital del mismo. (UTC, 2018, p74)

#### **4.18. Reglamento e instructivo del proyecto integrador**

El proyecto integrador es un trabajo académico que busca validar los conocimientos, habilidades o competencias adquiridas por el estudiante durante su carrera. Este trabajo consiste de una serie de actividades articuladas entre sí, que le permiten identificar un problema enmarcado en su ejercicio profesional, para luego describirlo, analizarlo y resolverlo. Buscará reforzar la habilidad de integrar distintos conocimientos, por lo cual no es un trabajo de generación de conocimientos, sino un trabajo analítico en el cual se busque proporcionar acciones innovadoras en el ámbito profesional.

Para el caso de ingenierías durante el proyecto los estudiantes trabajan en equipos para realizar un ejercicio de diseño que les permita validar su perfil profesional. Para esto, los estudiantes serán guiados para aplicar un proceso de diseño basado en la identificación de requisitos, la conceptualización del problema, el análisis, la identificación de riesgos, la selección de soluciones.

Todos los Proyectos Integradores deberán contemplar un equilibrio temático entre las distintas áreas de cada carrera (no tendrá que incluir todas las áreas de especialización de la carrera, debiendo incluir al menos dos áreas), un alcance coherente para ser resuelto por un grupo de estudiantes, durante un término académico ordinario, y tener la factibilidad para seguir el proceso de diseño. (UTC, 2019)

- a.** Los proyectos integradores de grado pueden orientarse a una o más de las siguientes alternativas:
- b.** Están dirigidos a resolver problemas o casos generales de la vida o de la profesión.
- c.** Están dirigidos a resolver o proponer un camino de solución a problemas de la comunidad en el campo de los servicios, el desarrollo de valores, el desarrollo comunitario, las buenas prácticas de vida.
- d.** Dirigido al diseño, producción y perfeccionamiento competitivo de un sistema tecnológico o de un producto que aporte la solución de un problema real.
- e.** Un nuevo modelo de producción o servicios considerando el proceso financiero, económico, comunicacional, científico-tecnológico o que en general esté dirigido a perfeccionar los sistemas de trabajo de una de las actividades profesionales de la carrera.

- f. Los que aportan una nueva metodología de trabajo o que perfeccionan una existente para elevar la eficiencia de un proceso empresarial o social relacionado con la carrera.
- g. Los que aportan resúmenes de procesamiento de información de determinadas temáticas científicas, tecnológicas o culturales en general

#### **4.19. Obligaciones de los Tutores de titulación del Proyecto Integrador.**

El docente responsable, asignado según distributivo de trabajo, será responsable de lo siguiente:

- Brindar un apoyo constante, así como permitir el diálogo de saberes, de modo tal que la construcción de los proyectos de investigación sean el resultado de un debate profundo sobre las diversas posibilidades de análisis de un determinado fenómeno.
- Evaluar la investigación del estudiante, con la finalidad de brindar recomendaciones que fortalezcan al documento.
- Realizar un informe mensual, donde constaran los avances de las etapas del proyecto.
- Asumir su condición y responsabilidad como coautor del Trabajo de Titulación.
- Asesorar y absolver las consultas del o los postulantes.
- Llevar un proceso permanente de seguimiento y evaluación.
- Emitir un informe final sobre el desarrollo de trabajo, en relación al trabajo presencial y autónomo.
- Llevar una memoria de la asesoría.
- Orientar la preparación de la sustentación del trabajo de titulación, ante el tribunal respectivo.
- Asistir a la sustentación del trabajo de titulación.
- Ser parte del tribunal con derecho de voz.
- Validar el trabajo de titulación.

#### **4.20. Definición de términos**

**Ingeniería:** Se denomina con el nombre de ingeniería a aquella disciplina que se ocupa del estudio y de la aplicación de los conocimientos que de este y de la experiencia resultan, para que a través de diseños, técnicas y problemas puedan ser resueltos los diferentes problemas que afectan a la humanidad. (Cal y Cárdenas, 2018).

**Agroindustria:** En el sentido más amplio, la agroindustria puede dividirse en alimentaria, transforma las materias primas en alimentos con distintos formatos y propiedades, también en

el sector no alimentaria donde las materias primas se destinan a diferentes procesos industriales que no están vinculados a la alimentación.

**Calidad del agua:** El significado de calidad del agua ha sido relacionado principalmente con su uso para el consumo humano, en el cual se considera agua de calidad tras cumplir un tratamiento simple y desinfección haciéndola segura para su consumo (Aguilar y Navarro, 2018).

**Agua:** El agua es uno de los elementos más importantes, complejo y fascinante que constantemente nos recuerda nuestra dependencia y la fragilidad de nuestra existencia ya que sin ella no podemos sobrevivir (Camargo y Camacho, 2019).

**Desalación:** La tecnología de desalación más comúnmente utilizada en la actualidad es la ósmosis inversa. Este método se basa en aplicar presión mediante una bomba sobre las membranas para obtener agua libre de sales, también conocida como agua desalada o permeado, y un rechazo llamado salmuera o concentrado, donde se concentran las sales extraídas del sistema Martínez, D. (2020).

**ÓI:** Es un método de desmineralización que utiliza membranas para separar los sólidos disueltos, como los iones, de una solución. Estas membranas actúan como barreras selectivas permeables, lo que significa que permiten el paso de algunas sustancias, como el agua, mientras retienen otras sustancias disueltas, como los iones. Gómez, R. et al. (2022)

**Purificador de agua:** Es un equipo que convierte agua contaminada en agua limpia y apta para el consumo humano Cano, E. et al. (2022).

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1. Diseño y modalidad de la investigación

No se requirió de un diseño experimental ya que el proyecto integrador se enfocó en el uso de las aplicaciones tecnológicas de Purificadora por ósmosis inversa sin la necesidad de resolver una incógnita específica. En cambio, el enfoque del escrito se centrará en un análisis descriptivo y se llevará a cabo una parte práctica mediante la utilización de los laboratorios y equipos correspondientes.

Para la realización del proyecto, se recolectó información de investigaciones bibliográficas, libros, revistas científicas, tesis, proyectos y otras fuentes confiables y se elaboró el manual considerando las prácticas ejecutadas

### 5.2. Tipos de investigación

En el siguiente proyecto integrador se utilizarán los siguientes tipos de investigaciones:

### **5.2.1. Investigación descriptiva**

“Es una investigación de segundo nivel, inicial, cuyo objetivo principal es recopilar datos e informaciones sobre las características, propiedades, aspectos o dimensiones de las personas, agentes e instituciones de los procesos sociales” (Esteban, 2018, p. 2)

Es decir, tiene como finalidad recopilar datos, características de un sistema de purificación, componentes que tiene una purificadora por ósmosis inversa, con el fin de respaldar las hipótesis ya establecidas y responder preguntas específicas sobre el objeto de estudio.

### **5.2.2. Investigación exploratoria**

"Este nivel de investigación sirve para ejercitarse en las técnicas de documentación, familiarizarse con la literatura bibliográfica, hemerográfica y documental, sobre las cuales se elabora los trabajos científicos como las monografías, ensayos, tesis y artículos científicos" (Esteban, 2018, p. 2).

La investigación se usó con el fin de recopilar la mayor de información para elaboración de los respectivos manuales de operación y mantenimiento de una purificadora por ósmosis inversa con la finalidad conocer los distintos mantenimientos que se pueden llevar a cabo con el fin de alargar la vida útil del equipo.

## **5.3. Instrumento de la investigación**

### **5.3.1. Análisis documental**

Martínez y colaboradores. (2023). Mencionan que:

La investigación documental es un proceso científico y sistemático que implica la indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de datos e información sobre un tema en particular, con el fin de construir conocimiento

En esta investigación sobre la aplicación tecnológica de la ósmosis inversa en la Universidad Técnica de Cotopaxi, es fundamental para garantizar el correcto funcionamiento y operación mediante conocimientos teóricos obtenidos de fuentes confiables que permitan profundizar más el tema de una manera didáctica

### **5.3.2. Interrogantes de la investigación o hipótesis**

#### **¿Cuál es funcionamiento de una purificadora y su aplicación tecnológica?**

La técnica de ósmosis inversa (ÓI) es utilizada en plantas de tratamiento para purificar el agua con el fin de obtener agua potable, especialmente en áreas donde la escasez de agua dulce es un problema con el fin de eliminar iones, moléculas y partículas presentes en el agua para hacerla apta para el consumo humano.

las purificadoras de agua por ósmosis inversa funcionan mediante el pretratamiento, la ósmosis inversa, el pos tratamiento y el almacenamiento y distribución del agua purificada siendo muy versátiles ya que se utilizar en diferentes sectores y situaciones donde se necesite agua de alta calidad y libre de contaminantes para diversos procesos industriales.

#### **¿Cuál es la aplicación práctica de una purificadora por ósmosis inversa?**

En su aplicación práctica, es de vital importancia que aproveche la tecnología de una purificadora de ósmosis inversa representa un avance importante en la convergencia entre la innovación tecnológica y las necesidades diarias. Para asegurar la calidad del agua utilizada, es necesario medir la conductividad del agua mediante un medidor de TDS y comparar los resultados con los estándares requeridos, en cumplimiento de la norma NTE INEN 2200.

#### **¿Cómo se elabora un manual de mantenimiento y funcionamiento de una purificadora por ósmosis inversa?**

Para elaborar un manual de mantenimiento, es importante que sea claro y detallado, y que incluya un registro exhaustivo de cada uno de los componentes y sistemas internos del equipo. Además, es fundamental seguir las recomendaciones específicas del fabricante y buscar información confiable sobre la ósmosis inversa para garantizar el correcto mantenimiento y funcionamiento de la purificadora (ÓI).

## **6. RESULTADOS OBTENIDOS**

### **MANUAL DE FUNCIONAMIENTO, MANTENIMIENTO DE LA PURIFICADORA DE AGUA POR ÓSMOSIS INVERSA**

Se ha desarrollado un manual para la carrera de Agroindustria de la Universidad Técnica de Cotopaxi, que se basa en la aplicación agroindustrial de una purificadora de ósmosis inversa en base a la investigación bibliográfica del equipo. Este manual incluye información detallada sobre las operaciones que se pueden realizar con el equipo, así como el mantenimiento necesario y el diseño del equipo, con el fin de prevenir posibles fallos.



**6.1. Manual de Funcionamiento de la Purificadora de Agua por Ósmosis Inversa**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y RECURSOS  
NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**Título:**

---


**MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA PURIFICADORA DE AGUA  
POR ÓSMOSIS INVERSA DE LA CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

---



**2023**

Validado:	Revisado:	Aprobado:
Cargo/Firma:	Cargo/Firma:	Cargo/Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

	<b>MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA PURIFICADORA DE AGUA POR ÓSMOSIS INVERSA DE LA CARRERA DE AGROINDUSTRIA</b>	 <b>Carrera en Agroindustrias</b>  <b>Edición: 01</b>
---	---	--

## 1) Introducción

El presente manual describe el funcionamiento, operación y mantenimiento de un equipo purificador de agua por ósmosis inversa modelo RO – 11G con una capacidad máxima de corriente de 140 PSI el cual cuenta con múltiples etapas de filtración para obtener un agua de calidad.

El manual contiene información metodológica sobre las características de un equipo purificador de agua por ósmosis inversa para la obtención de agua que abastecerá a los laboratorios y plantas de la de la carrera de agroindustrias en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

## 2) Objetivo

### 2.1. General

- Desarrollar un manual de funcionamiento, operación de un equipo purificador de agua por ósmosis inversa.

### 2.2. Específicos

- Conocer el uso de una purificadora de agua por ósmosis inversa dentro de los laboratorios de la carrera de agroindustrias.
- Determinar la partes y especificaciones del equipo purificador por ósmosis inversa.
- Elaborar una ficha técnica de uso purificador de agua por ósmosis inversa.

## 3) Alcance

La contribución será de gran beneficio para los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi, y tendrá un efecto muy positivo en los docentes y estudiantes.

## 4) Definiciones

**Proceso de ÓI:** En los procesos de separación mediante el uso de membranas, la presión aplicada permite eliminar los componentes disueltos en el agua que se utiliza como alimentación del sistema. Las membranas son permeables al agua, pero no a las sustancias presentes en ella, por lo que estas son rechazadas y eliminadas por completo Grueso, M. et al. (2019)

<b>Elaborado por:</b> Aguay Noguera Johan Daniel Ilaquiche Cuyo Alvaro Fabricio	<b>Pag;</b>
---	-------------

	<b>MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA PURIFICADORA DE AGUA POR ÓSMOSIS INVERSA DE LA CARRERA DE AGROINDUSTRIA</b>	 Carrera en Agroindustrias  Edición: 01
---	---	--

**Filtros de ÓI:** Los filtros de ósmosis inversa son elementos fundamentales en los sistemas de ósmosis inversa, ya que su función es la de purificar el agua y deshacerse de impurezas presentes en el agua Morales & Masmela. (2022).

**Las zeolitas:** Son minerales aluminosilicatos hidratados altamente cristalinos que, al perder agua, adquieren una estructura porosa en el cristal ideal. Estas estructuras porosas contienen cavidades ocupadas por iones grandes y moléculas de agua que tienen libertad de movimiento. Esto permite que las zeolitas realicen cambios iónicos y se deshidraten de manera reversible Cercado & Sandel. (2019).

**Las resinas de intercambio iónico:** Están compuestas por una matriz polimérica de alto peso molecular (Noguera & Noguera, 2021). Estas resinas son insolubles y contienen grupos funcionales, ya sean positivos o negativos, que tienen la capacidad de intercambiar iones con una solución. Estos grupos funcionales en las resinas intercambian, en el caso más simple, iones H<sup>+</sup> y OH<sup>-</sup>, presentes en la solución Gaviria, L.et al.(2019).

**El filtro de carbón:** Se utiliza principalmente en el proceso de adsorción. La adsorción se refiere a la interacción superficial entre las moléculas disueltas y el carbono, a diferencia de la absorción. Sin embargo, especialmente cuando se trata de limpiar contaminantes en el agua, estos se difunden en los poros del carbón (absorción) y se adhieren a su superficie (adsorción). Debido a esto, se ha generalizado el uso del término no específico "adsorción" Montesinos, W. (2022).

**Lechos profundos:** El lecho profundo es una estructura compuesta por materiales como carbón, piedra caliza o medios plásticos especialmente fabricados. Esta configuración se utiliza para filtrar y purificar el agua de manera efectiva Rodríguez, M. (2022).

**Purificador de agua:** Es un equipo que convierte agua contaminada en agua limpia y apta para el consumo humano Cano, E. et al. (2022).

**TDS:** Los TDS hace referencia a los elementos disueltos en el agua, tales como minerales y sales, entre los que se incluyen calcio, magnesio, potasio, sodio, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y una pequeña cantidad de materia orgánica. Estos elementos se miden en unidades de miligramos por litro (mg/L) o partes por millón(ppm), y se utilizan para evaluar la calidad

<b>Elaborado por:</b> Aguay Noguera Johan Daniel Ilaquiche Cuyo Alvaro Fabricio	<b>Pag;</b>
---	-------------

	<b>MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA PURIFICADORA DE AGUA POR ÓSMOSIS INVERSA DE LA CARRERA DE AGROINDUSTRIA</b>	  <b>Edición: 01</b>
---	---	---

del agua. Si los niveles son demasiado elevados o bajos (Team & Team, 2021)

**Miligramos por litro (mg/L):** Es la unidad utilizada para expresar la concentración de cualquier sustancia en el agua. Esta unidad se obtiene al pesar la cantidad de sustancia presente en un litro Ramírez, C. (2021).

**Partes por millón (ppm):** Esta unidad análoga de una la concentración la cual se expresa en unidades de peso/peso. En otras palabras, se refiere al peso del soluto dividido por el peso de un litro de agua Ramírez, C. (2021).

## 5) Operación y funcionamiento

### 5.1. Generalidades

Purificadora de agua por ósmosis inversa tiene como finalidad el abastecimiento de agua para diversos usos en los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

**Figura 1.** Diagrama de flujo de planta purificadora por ósmosis inversa de la de la Universidad Técnica de Cotopaxi



**Elaborado por:** (Aguay y Ilaquiche, 2023)

<b>Elaborado por:</b> Aguay Noguera Johan Daniel Ilaquiche Cuyo Alvaro Fabricio	<b>Pag;</b>
---	-------------

	<b>MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA PURIFICADORA DE AGUA POR ÓSMOSIS INVERSA DE LA CARRERA DE AGROINDUSTRIA</b>	
---	---	---

## 5.2. Descripción de planta purificadora por ósmosis inversa UTC.

1. **Tanque de captación de agua para la red:** En unos tanques que almacenan el agua sin tratar para el proceso de filtrado por bombeo.
2. **Lechos profundos del ablandamiento, zeolita y carbón activado:** El sistema de filtro elimina todas las impurezas físicas, los filtros de carbón activado son una buena solución para reducir la materia orgánica, el mal sabor, el olor y el cloro del agua, los ablandadores de agua están diseñados para eliminar la dureza del agua, los iones de calcio y magnesio, para los sistemas de ósmosis inversa.
3. **Microfiltro de 20x2.5:** Se utiliza un cartucho de filtro de PP de 1 o 5 micras para eliminar los sedimentos y proteger las membranas de ÓI.
4. **Filtro UV:** Filtro de luz ultravioleta en el proceso de ósmosis inversa para eliminar la mayor cantidad de microorganismos presentes.
5. **Estación de bombeo:** Bomba industrial para la alimentación y recirculación de agua en el proceso de purificación ÓI
6. **Tanque de almacenaje de agua pre tratada:** Tanque de material de plastigama de 1500 L para almacenaje de agua pre tratada.
7. **Compresor de agua y tanque con capacidad de 2000L:** Tanque con capacidad de 2000L para el almacenaje de agua con un compresor para el paso de agua al equipo de ultrafiltración.
8. **Derivación sistema Do2 por ósmosis inversa:** Es un sistema de filtración por ósmosis inversa menor capacidad.
9. **Derivación sistema Do800 por ósmosis inversa:** Es un equipo purificador de agua por ósmosis inversa de mayor capacidad, este equipo de ultra filtración posee un medidor de TDS y un manómetro para medir la presión de agua.
10. **Tanque de acero inoxidable:** Es un tanque de acero inoxidable con capacidad de 2000 L para el almacenamiento de agua completamente purificada para el consumo humano con una duración máxima de 3 meses.

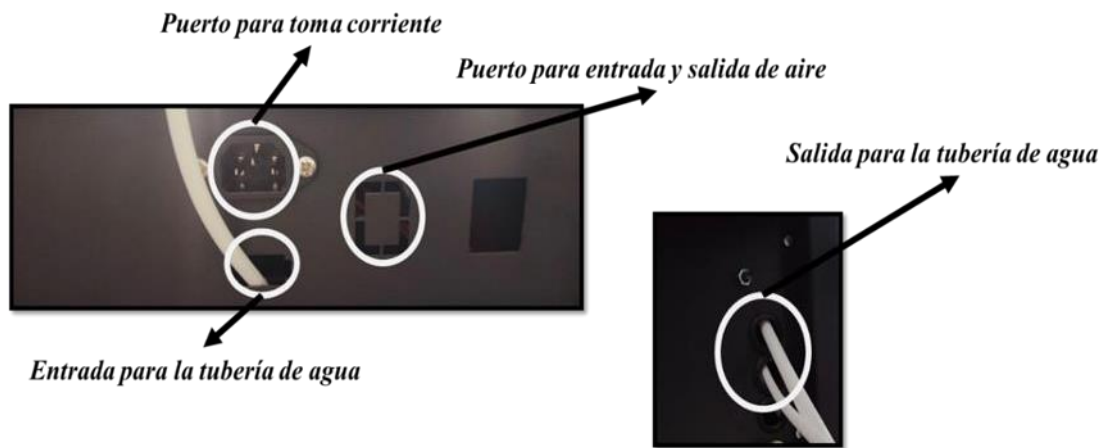
<b>Elaborado por:</b> Aguay Noguera Johan Daniel Ilaquiche Cuyo Alvaro Fabricio	<b>Pag;</b>
---	-------------

	<b>MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA PURIFICADORA DE AGUA POR ÓSMOSIS INVERSA DE LA CARRERA DE AGROINDUSTRIA</b>	 <b>Carrera en Agroindustrias</b>  <b>Edición: 01</b>
---	---	--

### 5.3. Partes del equipo purificador de agua por ósmosis inversa

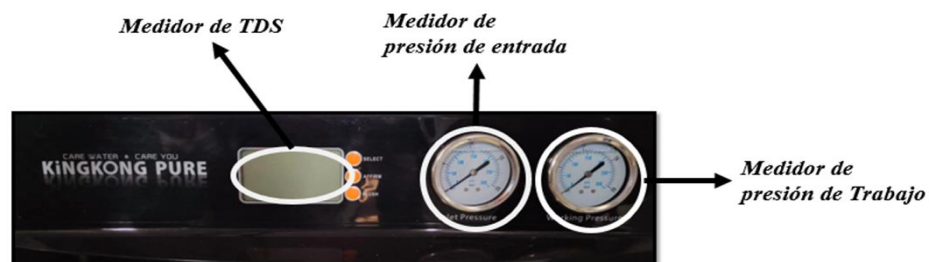
Descripción de las partes del equipo purificador de agua por ósmosis inversa.

**Figura 2.** Conectores y entrada y salida del equipo purificador King Kong RO 600-B12



**Elaborado por:** (Aguay y Ilaquiche, 2023)

**Figura.3.** Parte delantera equipo purificador King Kong RO 600-B12




**Elaborado por:** (Aguay y Ilaquiche, 2023)

**Elaborado por:**  
Aguay Noguera Johan Daniel  
Ilaquiche Cuyo Alvaro Fabricio

**Pag;**

	<b>MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA PURIFICADORA DE AGUA POR ÓSMOSIS INVERSA DE LA CARRERA DE AGROINDUSTRIA</b>	 <b>Carrera en Agroindustrias</b>  <b>Edición: 01</b>
---	---	--

**Tabla.1.** Partes internas del equipo purificador King Kong RO 600-B12

Partes	Descripción
<p style="text-align: center;"><b>Tanque hidroneumático</b></p>  <p style="text-align: center;">(Before you continue, s. f.)</p>	<p>Son fabricados con un revestimiento a base de polipropileno y un separador hecho de butilo de primera calidad, que sirven para separar el agua y el aire.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Filtros</b></p>  <p style="text-align: center;">(Autores, 2023)</p>	<p><b>Filtro de carbón activado granular</b> función de adsorber y eliminar impurezas  <b>Filtro de carbón activado en bloque</b> función de remover mayor parte de bacterias  <b>Filtro de carbón activado cascara de coco.</b> función de purificar y oxigenar el agua (Anovo, 2022)</p>
<p style="text-align: center;"><b>Estabilizador ultravioleta</b></p>  <p style="text-align: center;">(Waterlux, 2023)</p>	<p>Lámpara ultravioleta para ayudar a desinfectar el agua después del proceso de filtrado, ideal para eliminar la mayor cantidad de microorganismos presentes en el agua a través de la exposición de rayos ultravioleta.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Filtros Hidropónico y Aeropónicos</b></p>  <p style="text-align: center;">(Autores, 2023)</p>	<p>Los filtros en cultivos hidropónicos y aeropónicos tienen la función de eliminar impurezas y agentes contaminantes del suministro de agua o aire respectivamente, para evitar daños en las plantas</p>
<p style="text-align: center;"><b>Bomba de presión</b></p>  <p style="text-align: center;">(Autores, 2023)</p>	<p>Una bomba de presión para ósmosis inversa se utiliza para aumentar la presión del agua en el sistema y asegurar que el agua se filtre correctamente a través de la membrana de ósmosis inversa</p>

**Elaborado por:** (Aguay y Ilaquiche, 2023)

<p><b>Elaborado por:</b> Aguay Noguera Johan Daniel Ilaquiche Cuyo Alvaro Fabricio</p>	<p><b>Pag;</b></p>
--	--------------------

	<b>MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA PURIFICADORA DE AGUA POR ÓSMOSIS INVERSA DE LA CARRERA DE AGROINDUSTRIA</b>	 Carrera en Agroindustrias  Edición: 01
---	---	--

**Figura 4.** Etapas de un proceso de ÓI del equipo purificador King Kong RO 600-B12



Elaborado por: (Aguay y Ilaquiche, 2023)

#### 5.4. Descripción de cada etapa de ÓI del equipo King 1° KongRO-600-B12

**1° Etapa.** - Etapa. - El abastecimiento de agua implica la captación del agua.

**2° Etapa.** - El filtro de sedimentos retira los sólidos en suspensión de tamaño superior acinco micras (impurezas insolubles) eliminado hasta 5 micras.

**3° Etapa.** - El proceso implica el uso de un filtro de carbón activado granular, el cual tiene la capacidad de adsorber y eliminar del agua diversos contaminantes llegando a eliminar hasta un 99.9% de estos contaminantes químicos y biológicos

**4° Etapa.** - El filtro de carbón activado en bloque que les permite remover todas las bacterias patogénicas, reducir olores y cloro, permitiendo retener más del 98.6% de las bacterias presentes en el agua.

**5° Epata.** - Filtramos el agua a través de una membrana semipermeable hecha con películas de poliamida aromática de tipo micro poroso (0.0001 micras) mediante presión. Esta membrana consiste en una fina película semipermeable por donde fluye el líquido, permitiendo el rechazo en un 90-99% (TDS) presentes en el agua


**6° Etapa.** - Consiste en un post filtro de carbón activado de cáscara de coco, cuya finalidad es oxigenar el agua pura almacenada en el depósito presurizado y brindar una calidad de agua excepcional para el paladar al momento de ingerir.

**7° Etapa.** - La luz ultravioleta es una técnica habitualmente utilizada en plantas de ósmosis inversa con el fin de desinfectar el agua

**8° Etapa.** - La purificación del agua mediante el proceso de ósmosis inversa produce un agua de excelente calidad y completamente segura para ser consumida por las personas.

<b>Elaborado por:</b> Aguay Noguera Johan Daniel Ilaquiche Cuyo Alvaro Fabricio	<b>Pag;</b>
---	-------------

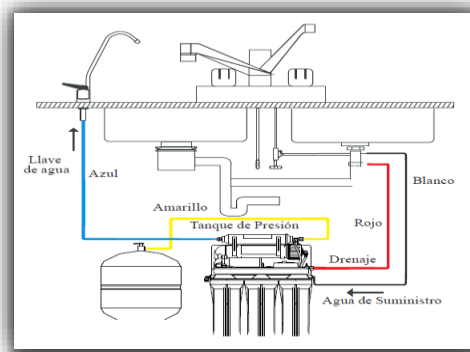


	<b>MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA PURIFICADORA DE AGUA POR ÓSMOSIS INVERSA DE LA CARRERA DE AGROINDUSTRIA</b>	  <b>Edición: 01</b>
---	---	---

## 6) Instalación de un sistema ósmosis inversa

La instalación de un sistema de (ÓI) en una llave de agua se puede lograr colocando una serie de mangueras con ciertas funciones en el fregadero, la cual permitirá dispensar agua purificada (Excelsior & Excelsior, 2021).

### Ilustración 5. Instalación de un sistema ósmosis inversa



**Fuente:** (Hidro Expertos, 2021). Cómo instalar un purificador de agua

#### 6.1. Descripción un sistema ÓI instalado en un Fregadero:

- 1. Manguera blanca de alimentación:** Manguera de color blanco para la entrada de agua cruda o sin tratar al sistema de purificación.
- 2. Manguera roja de drenaje:** Juega un papel clave en el transporte del agua residual y las impurezas que han sido eliminadas del agua durante el proceso de purificación.
- 3. Manguera amarilla de tanque:** Manguera de color amarillo se encarga de transportar el agua por sus diferentes procesos pasado a través de la membrana semipermeable resultado un agua purificada
- 4. Manguera azul de agua pura:** Manguera de color azul en donde circula el agua completamente purificada utilizada para sus múltiples usos
  - **Tanque hidroneumático:** Su función es para almacenar agua y aire a presión
  - **Sistema de ósmosis inversa:** Es un sistema de purificación de agua que consta de varios componentes. Algunos de estos componentes incluyen pretratamiento de carbón, membranas de ósmosis inversa, filtros multimedia, ablandadores, carbono activado y otros sistemas avanzados de tratamiento de agua.

<b>Elaborado por:</b> Aguay Noguera Johan Daniel Ilaquiche Cuyo Alvaro Fabricio	<b>Pag;</b>
---	-------------

	<b>MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA PURIFICADORA DE AGUA POR ÓSMOSIS INVERSA DE LA CARRERA DE AGROINDUSTRIA</b>	  <b>Edición: 01</b>
---	---	---

## 7) Medidas de seguridad al personal

- Se debe asegurar que la fuente de energía sea la correcta.
- Verificar que no exista fugas ni goteos en el sistema de ósmosis inversa.
- El manejo del equipo requiere de personal capacitado y se debe evitar que otras personas manipulen la maquinaria.
- El uso correcto de indumentaria (mandil, botas, guantes y casco).

### 7.1. Responsables

- Personal encargado del laboratorio.
- Estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial

### 7.2.Registros

- Registro de control de uso de la purificadora de agua por ósmosis inversa.

### 7.3.Modificaciones

- N/A = Ninguna

## 8) Bibliografía

- Anovo. (2022). Purificadores de agua, ¿cómo funcionan y qué tipos hay? *ANOVO*. <https://www.anovo.es/purificadores-de-agua-tipos/>
- *Bomba en ósmosis: ¿Cuándo es necesaria?* - Ordessa. (2020, 24 septiembre).Ordessa. <https://www.ordessa.es/instalar-ósmosis-con-bomba/>
- *Dropson / Alternativa sostenible al agua embotellada.* <https://www.dropson.es/blog-lata-filtrante/medidor-tds-que-es-y-que-mide-realmente/>
- Excelsior, & Excelsior. (2021, 31 marzo). Manual de instalación del sistema de ósmosis inversa. Manuals+. <https://manuals.plus/es/%C3%B3smosis/manual-de-instalaci%C3%B3n-del-sistema-de-%C3%B3smosis-inversa>
- Gaviria, L. F. T., Vélez, J. C. O., & Cárdenas, A. S. (2019). Reducción del nivel de potasio en vinaza de destilería utilizando resinas de intercambio iónico. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 10(1), 107-118.

<b>Elaborado por:</b> Aguay Noguera Johan Daniel Ilaquiche Cuyo Alvaro Fabricio	<b>Pag;</b>
---	-------------

	<b>MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA PURIFICADORA DE AGUA POR ÓSMOSIS INVERSA DE LA CARRERA DE AGROINDUSTRIA</b>	 Carrera en Agroindustrias  Edición: 01
---	---	--

- Grueso-Domínguez, M., Castro-Jiménez, C., Correa-Ochoa, M., & Saldamaga-Molina, J. (2019). Estado del arte: desalinización mediante tecnologías de membrana como alternativa frente al problema de escasez de agua dulce. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 18(35), 69-89.
- HidroExpertos. (2021). Cómo instalar un purificador de agua. *HidroExpertos*. <https://hidroexpertos.com/como-instalar-un-purificador-de-agua/>
- Los 5 Sentidos Grow Shop. (s. f.). *Sistemas hidropónicos y aeropónicos Archivos /Los 5 Sentidos Grow Shop*. <https://los5sentidosgrowshop.com/categoria-producto/sustratos-y-mejorantes/>
- Noguera, I. B., & Noguera, I. B. (2021, 9 enero). Definición y usos de las resinas de intercambio iónico. *Ingeniería Química Reviews*. <https://www.ingenieriaquimicareviews.com/2021/09/resinas.html>
- Rodríguez Fontalvo, M. F. (2022). Modelación, simulación y propuesta de diseño de un equipo de ósmosis inversa que permita estudiar el tratamiento de aguas a nivel de laboratorio.
- *Manual General - Aquahome*. (s. f.). Scribd. <https://es.scribd.com/document/583031161/Manual-General-AquaHome>
- Montesinos Vasquez, W. (2022). Lecho Filtrante con Arena-Carbon Activado en la Calidad de Agua de la Localidad Platanillo de Shimaki.
- Orozco, C. B. (2022, 27 enero). *¿Qué es un tanque hidroneumático y cómo funciona?* - *Filtrashop*. <https://filtrashop.com/que-es-un-tanque-hidroneumatico-y-como-funciona/>
- Polímeros, T. E. (2018, 13 mayo). *Estabilizadores de Radiación Ultravioleta*. WordPress.com. <https://todoenpolimeros.com/2018/11/12/estabilizadores-de-radiacion-ultravioleta/>
- Ramírez, C. A. S. (2021). Calidad del agua: evaluación y diagnóstico. Ediciones de la U.
- *Tanque hidroneumatico horizontal de 1 pulgada 24 litros leo*. (s. f.). Pintulac. <https://www.pintulac.com.ec/tanque-hidroneumatico-horizontal-1in-24lt-leo.html>
- Team, D., & Team, D. (2021). Medidor TDS: ¿Qué es y qué mide realmente? | Dropson.

**Elaborado por:**

Aguay Noguera Johan Daniel  
Ilaquiche Cuyo Alvaro Fabricio

**Pag;**

 <p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTACACHI LAPAGUNGA - ECUADOR</p>	<p><b>MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA PURIFICADORA DE AGUA POR ÓSMOSIS INVERSA DE LA CARRERA DE AGROINDUSTRIA</b></p>	 <p>Carrera en Agroindustrias</p> <p><b>Edición: 01</b></p>
---	--	--

- WATERLUXE. (2023a, junio 21). Lámpara ultravioleta UV0240LH | Lámpara UV ósmosis. Waterluxe | Tienda online. <https://waterluxe-ósmosis.es/producto/lampara-ultravioleta/>

<p><b>Elaborado por:</b> Aguay Noguera Johan Daniel Ilaquiche Cuyo Alvaro Fabricio</p>	<p><b>Pag;</b></p>
--	--------------------

## 9) Anexos

**Tabla 1.** Registro de control de uso de la purificadora de agua por ósmosis inversa.

		<b>REGISTRO DE CONTROL DE USO DEL EQUIPO</b>			<b>N° ficha:</b>
		<b>Nombre del Equipo:</b>		<b>Marca:</b>	<b>Modelo:</b>
<b>Fecha:</b>	<b>Usuario:</b>	<b>Hora de Inicio</b>	<b>Hora de finalización</b>	<b>Firma del usuario</b>	
<b>Observaciones:</b>		<b>Personal encargado</b>		<b>Firma:</b>	
		<b>Nombre:</b>		<b>CI:</b>	

**Elaborado por:** (Aguay y Ilaquiche, 2023)

6.2. *Manual de Mantenimiento de la Purificadora de Agua por Ósmosis Inversa*



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**Título:**

---

**MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA PURIFICADORA DE AGUA  
 POR ÓSMOSIS INVERSA DE LA CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

---



**2023**

Validado:	Revisado:	Aprobado:
Cargo/Firma:	Cargo/Firma:	Cargo/Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA PURIFICADORA DE AGUA POR ÓSMOSIS INVERSA DE LA CARRERA DE AGROINDUSTRIA</b>	 Carrera en Agroindustrias  Edición: 01
---	--	--

## 1) Introducción

El manual de mantenimiento cubre los procesos fundamentales de gestión, planificación, organización, ejecución y supervisión. En cada etapa se especifican los procedimientos y las actividades necesarias para llevar a cabo el mantenimiento a gran escala Chanasig y Moreira. (2022).

El propósito del manual de mantenimiento es proporcionar un apoyo a la Planta de la Universidad Técnica de Cotopaxi, así como a los docentes y estudiantes encargados de llevar a cabo su aplicación agroindustrial.

## 2) Mantenimiento

- Mantenimiento rutinario
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento correctivo

## 3) Seguridad del personal

- Los equipos de protección personal (EPP) están diseñados para reducir la exposición de peligros.
- No se debe manipular el equipo purificador sin conocimientos previos con el fin de evitar daños en el equipo.
- Es fundamental reconocer estas posibles amenazas y reportarlas oportunamente.

## 4) Alcance

Es importante impartir enseñanzas a los profesores y alumnos de la Universidad Técnica de Cotopaxi para que puedan utilizar la máquina de manera segura y así evitar cualquier tipo de accidente.

<b>Elaborado por:</b> Aguay Noguera Johan Daniel Ilaquiche Cuyo Alvaro Fabricio	<b>Pág.:</b>
---	--------------

	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA PURIFICADORA DE AGUA POR ÓSMOSIS INVERSA DE LA CARRERA DE AGROINDUSTRIA</b>	 <b>Carrera en Agroindustrias</b>  <b>Edición: 01</b>
---	--	--

## 5) Objetivos

### 5.1. General.

- Elaborar un manual de mantenimiento de un equipo purificador de agua por ósmosis inversa.

### 5.2. Específicos.

- Conocer cada uno de los diferentes tipos de mantenimiento.
- Detallar los procesos correspondientes de cada de mantenimiento.
- Elaborar fichas de registro para los distintos mantenimientos del equipo.

## 6) Definiciones

- **Manual de Mantenimiento:** Es un documento en la que se describen las diferentes acciones para prolongar la vida útil de las máquinas, junto con las medidas que ayudan a prevenir y reducir fallos técnicos en el equipo.
- **Mantenimiento rutinario:** Son las actividades periódicas como inspecciones regulares y pruebas de rendimiento para que un equipo funcione correctamente y se identifica si existe algún tipo de en el equipo.
- **Mantenimiento preventivo:** Es un tipo de mantenimiento preventivo, consiste en realizar inspecciones y pruebas de rendimiento de manera regular y periódica.
- **Mantenimiento predictivo:** Es un conjunto de métodos se utilizan para medir y analizar las variables que describen el estado operativo del equipo.
- **Mantenimiento correctivo:** Es un conjunto de técnicas utilizadas para reparar cualquier fallo que pueda presentar la maquinaria en su operación. Se realiza luego de que se ha detectado una falla en el equipo, con el fin de restaurar su funcionamiento normal y evitar así la interrupción de las actividades.
- **Las fallas menores:** Son aquellas que pueden presentarse en un equipo y pueden ser solucionadas sin necesidad de contar con la intervención de personal especializado.
- **Las fallas mayores:** Son aquellas que requieren ser reparadas por un personal especializado debido a su complejidad Chanatasig & Moreira. (2022).

<b>Elaborado por:</b> Aguay Noguera Johan Daniel Ilaquiche Cuyo Alvaro Fabricio	<b>Pág.:</b>
---	--------------





**MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA  
PURIFICADORA DE AGUA POR  
ÓSMOSIS INVERSA DE LA CARRERA DE  
AGROINDUSTRIA**

*utc* Carrera en  
Agroindustrias

**Edición: 01**

## 7. Pasos para los mantenimientos y la seguridad del personal

### 7.1. Mantenimiento rutinario

- La revisión de las tuberías



Revisión de la presión del agua



Detección posibles fugas o averías.

- La revisión de conexiones eléctricas



detectar posibles fallos.



Análisis y diagnóstico de instalaciones

- La limpieza y desinfección diaria sistema de Óí



acumulación de polvo y otros contaminantes.



Limpieza de cada una de los componentes de Óí

**Elaborado por:**

Aguay Noguera Johan Daniel  
Ilaquiche Cuyo Alvaro Fabricio

**Pág.:**

	<p><b>MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA PURIFICADORA DE AGUA POR ÓSMOSIS INVERSA DE LA CARRERA DE AGROINDUSTRIA</b></p>	 <p><b>Edición: 01</b></p>
---	---	---

**7.2.Mantenimiento preventivo**

- Evaluar el cambio de piezas y componentes que puedan estar desgastados o que ya hayan cumplido su vida útil.

- Medios filtrantes ÓI



**zeolita**



**Carbon activado**



**resina catiónica**

Cambio de ablandadores y zeolita  
(Cada 2 años)

- Bomba dosificadora de ÓI



Cambio de Bomba dosificadora  
(Cada 15 años)

- Bomba interna de presión



*(Redirect notice, s. f.)*

Cambio de bomba de presión  
(Cada 20 años)

- Microfiltros de ÓI



Cambio de microfiltros  
(Cada 6 meses)

- Sistemas internos de ÓI



Cambio de filtros y membranas  
(Cada 6 meses)

- Lampara UV de ÓI



*(Redirect notice, s. f.)*

Cambio de lampara UV  
(Cada 2 años)

<p><b>Elaborado por:</b> Aguay Noguera Johan Daniel Ilaquiche Cuyo Alvaro Fabricio</p>	<p><b>Pág.:</b></p>
--	---------------------

**7.3.Mantenimiento predictivo**

- Identificar y prevenir posibles problemas antes de que se produzcan e impidan un máximo rendimiento.



Los ruidos extraños en la maquinaria



Presencia de fugas en el tanque



Presencia de suciedad micro filtros



Filtros y membranas desgastados

- Revisar a detalle cada una de las partes del sistema de ósmosis



Con el fin de identificar la vida útil de los sistemas internos de OÍ



**7.4.Mantenimiento correctivo**

- Cambio de piezas y componentes desgastados o que presenten algún defecto.



(Before you continue, s. f.)  
Cambio de filtros y membranas



Reparaciones y ajustes realizados o adecuaciones al sistema de purificación

	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA PURIFICADORA DE AGUA POR ÓSMOSIS INVERSA DE LA CARRERA DE AGROINDUSTRIA</b>	 <b>Carrera en Agroindustrias</b>  <b>Edición: 01</b>
---	--	--

## 8. Medidas de seguridad al personal

- Se debe asegurar que la fuente de energía sea la correcta.
- Verificar que no exista fugas ni goteos en el sistema de ósmosis inversa (Una vez por semana).
- El manejo del equipo requiere de personal capacitado y se debe evitar que otras personas manipulen la maquinaria.
- El uso correcto de indumentaria (mandil, botas, guantes y casco).

### 8.1. Responsables

- Personal encargado del laboratorio.
- Estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial

### 8.2. Registros

- Registro de control de mantenimiento rutinario de la purificadora de agua por ósmosis inversa (Una vez por semana).
- Registro de control de mantenimiento preventivo de la purificadora de agua por ósmosis inversa (Una vez por mes).
- Registro de control de mantenimiento predictivo de la purificadora de agua por ósmosis inversa (Una vez por mes).
- Registro de control de mantenimiento correctivo de la purificadora de agua por ósmosis inversa (Una vez cada 6 meses).

### 8.3. Modificaciones

- N/A = Ninguna

<b>Elaborado por:</b> Aguay Noguera Johan Daniel Ilaquiche Cuyo Alvaro Fabricio	<b>Pág.:</b>
---	--------------

	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA PURIFICADORA DE AGUA POR ÓSMOSIS INVERSA DE LA CARRERA DE AGROINDUSTRIA</b>	 <b>Carrera en Agroindustrias</b>  <b>Edición: 01</b>
---	--	--

## 9. Bibliografía

- Chanatasig Camalle, M. M., & Moreira Bravo, M. M. (2022). *Aplicaciones pedagógicas de la balanza digital en procesos de transformación agroindustrial (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC))*.
- colaboradores de Wikipedia. (2022). Mantenimiento predictivo. Wikipedia, la enciclopedia libre. [https://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento\\_predictivo](https://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_predictivo)
- *Equipos de protección personal (Administración e inspección del Trabajo)*. (s. f.). <https://www.ilo.org/global/topics/labour-administration-inspection/resources-library/publications/guide-for-labour-inspectors/personal-protective-equipment/lang--es/index.htm>
- Salinas De La Cruz, J. P., & León Marreros, O. A. (2021). Plan de mantenimiento para aumentar la disponibilidad de los equipos de una planta de ósmosis inversa en un hospital de la ciudad de Trujillo.
- *Mantenimiento a ósmosis inversa – Aiqua*. (s. f.). <https://aiqua.mx/mantenimiento-a-ósmosis-inversa/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20cuidados%20debemos%20tener%20en,ponga%20candados%20a%20las%20v%C3%A1lvulas>.
- *El mantenimiento de los filtros de ósmosis inversa*. (2020, 19 julio). Eden Springs. <https://www.aguaeden.es/blog/el-mantenimiento-de-los-filtros-de-ósmosis-inversa>
- Morales Ariza, M. F., & Masmela Devia, L. D. (2022). *Análisis documental y caracterización de las aguas subterráneas para el consumo humano en la vereda Sabaneta del municipio de Nariño Cundinamarca* (Doctoral dissertation).
- SafetyCulture. (2023, 17 julio). *Equipo de Protección Personal (EPP) | SafetyCulture*. <https://safetyculture.com/es/temas/seguridad-sobre-el-equipo-de-proteccion-personal/>

<b>Elaborado por:</b> Aguay Noguera Johan Daniel Ilaquiche Cuyo Alvaro Fabricio	<b>Pág.:</b>
---	--------------


## 10. Anexos

**Tabla 1.** Registro de control de mantenimiento rutinario de la purificadora de agua por ósmosis inversa.

	<b>FICHA DE REGISTROS DE MANTENIMIENTO RUTINARIO</b>			<b>N° ficha:</b>
	<b>Nombre del Equipo:</b>	<b>Marca:</b>		<b>Modelo:</b>
<b>Fecha:</b>	<b>Actividad que realizo:</b>	<b>Se cumplió.</b>		<b>Próximo mantenimiento.</b>
		<b>SI</b>	<b>NO</b>	
<b>Observaciones:</b>		<b>Personal encargado.</b>		<b>Firma:</b>
		<b>Nombre:</b>		<b>CI:</b>


**Elaborado por:** (Aguay y Ilaquiche, 2023)

**Tabla 2.** Registro de control de mantenimiento preventivo de la purificadora de agua por ósmosis inversa.

		<b>FICHA DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>			<b>Ficha técnica N°:</b>
		<b>Nombre del Equipo:</b>		<b>Marca:</b>	<b>Modelo:</b>
<b>Fecha de revisión.</b>	<b>Fecha próximo mantenimiento.</b>	<b>Partes revisadas.</b>	<b>Daño a prevenir:</b>	<b>Repuestos o partes:</b>	
Funcionando Correctamente <input type="checkbox"/> <span style="margin-left: 200px;">Funcionando Deficiente <input type="checkbox"/></span>					
<b>Observación:</b>			<b>Personal encargado.</b>		<b>Firma:</b>
			<b>Nombre:</b>		<b>CI:</b>

**Elaborado por:** (Aguay y Ilaquiche, 2023)


**Tabla 3.** Registro de control de mantenimiento predictivo de la purificadora de agua por ósmosis inversa.

		<b>FICHA DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO</b>			<b>Ficha técnica N°:</b>
		<b>Nombre del Equipo:</b>		<b>Marca:</b>	<b>Modelo:</b>
<b>Fecha de revisión.</b>	<b>Fecha para próxima revisión.</b>	<b>Partes revisadas.</b>	<b>Daños</b>		<b>Actividad realizada.</b>
			<b>Leves</b>	<b>Graves</b>	
<b>Observación:</b>			<b>Personal encargado.</b>		<b>Firma:</b>
			<b>Nombre:</b>		<b>CI:</b>

Elaborado por: (Aguay y Ilaquiche, 2023)



**Tabla 4.** Registro de control de mantenimiento correctivo de la purificadora de agua por ósmosis inversa.

	<b>FICHA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO</b>		<b>Ficha técnica N°:</b>
	<b>Nombre del Equipo:</b>	<b>Marca:</b>	<b>Modelo:</b>
<b>Fecha de entrega:</b>	<b>Fecha de pedido:</b>	<b>Pieza sustituida:</b>	<b>Descripción detallada del daño.</b>
Funcionando Correctamente <input type="checkbox"/> Fuera de Servicio <input type="checkbox"/> Pendiente de Repuesto <input type="checkbox"/>			
<b>Observación:</b>	<b>Personal encargado.</b>		<b>Firma:</b>
	<b>Nombre:</b>		<b>CI:</b>

Elaborado por: (Aguay y Ilaquiche, 2023)

**6.3. Aplicación Pedagógica de la Purificadora de Agua por Ósmosis Inversa**

**INFORME DE LA PRÁCTICA N° 1  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**



**CARRERA DE AGROINDUSTRIA  
APLICACIONES TECNOLÓGICAS DE UN EQUIPO PURIFICADOR DE AGUA  
POR ÓSMOSIS INVERSA PARA PLANTAS EN TRANSFORMACIÓN  
AGROINDUSTRIAL  
TÍTULO DE LA PRÁCTICA**

MEDICIÓN DE TDS PREVIO A UN MANTENIMIENTO DE LA  
PURIFICADORA POR ÓSMOSIS INVERSA



## **1. Introducción**

La práctica de medición de TDS se realiza para respaldar el proyecto integrador y verificar que se utilizó el equipo designado, en este caso el sistema de purificación por (ÓI) previo a realizarse un mantenimiento.

La medición de los sólidos disueltos o más conocidos por sus siglas (TDS) es importante en la evaluación de la calidad del agua y para determinar la presencia de contaminantes. Los TDS también se relacionan con la conductividad eléctrica en el agua y pueden ser medidos con herramientas y dispositivos utilizados para medir los TDS incluyen medidores de mano y sensores analógicos de TDS, y algunos medidores de conductividad también pueden expresar los resultados.

La precisión de la medición de TDS puede ser afectada por la temperatura y otros factores, y las mediciones precisas son importantes para garantizar la calidad del agua potable y en otros contextos industriales. Los efectos de los altos niveles de TDS incluyen una mayor acidez del agua y una disminución en la calidad del agua potable.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo General**

- Verificar la cantidad de sólidos disueltos totales presentes en el agua mediante la medición de TDS.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Comprobar los niveles de TDS y la capacidad del sistema (ÓI) para reducir los niveles de TDS.
- Identificar y evitar problemas en el sistema de purificación a través de niveles elevados de TDS en el agua purificada.
- Controlar el proceso de tratamiento de agua purificada por el sistema de (ÓI).

### 2.3.Equipos

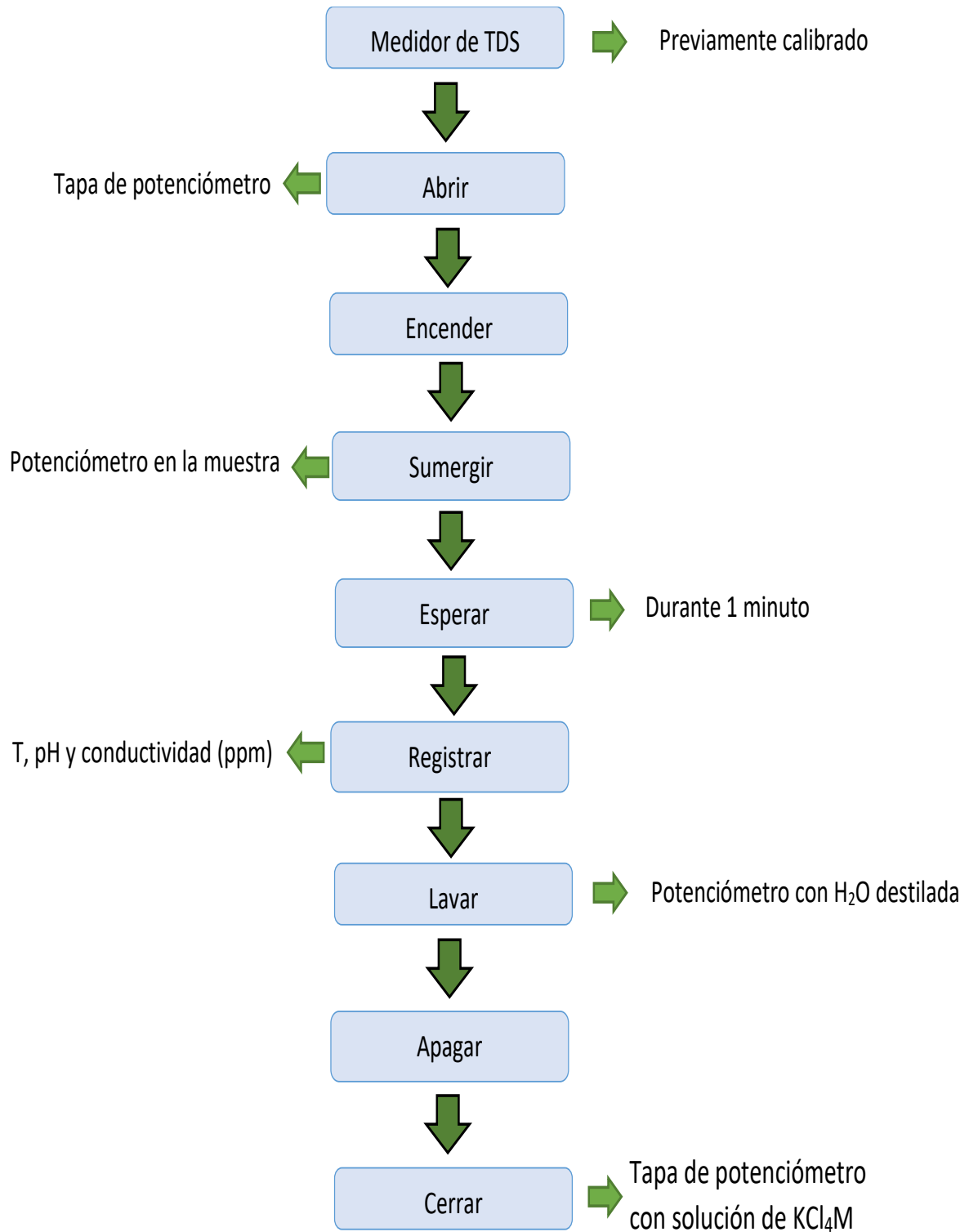
Equipos	Cantidad
Sistema externo de ósmosis inversa ÓI	1 unidad
Purificador de agua por ÓI	1 unidad
Medidor de TDS	1 unidad

### 2.4.Muestras

Muestras	Cantidad
Agua pre tratada	50 ml
Agua purificada por ÓI.	50 ml

### 3. Procedimiento/metodología

- Medidor de TDS previamente calibrado.
- Abrimos la tapa del medidor de TDS.
- Encendemos el medidor de TDS.
- Sumergimos dentro del agua.
- Esperamos un 1 minuto que se estabilice la lectura del visor.
- Registramos los datos (T°, PH, conductividad y ppm).
- Lavamos el TDS con agua destilada.
- Apagamos el medidor de TDS.
- Cerramos con la tapa.

**Diagrama de flujo.** Medición de TDS en agua purificada

*Elaborado por:* (Aguay y Ilaquiche, 2023)

#### 4. Resultados

- La purificadora de agua genera un total de 2000 litros de agua purificada al día, que se utilizan para diversos fines agroindustriales.

<i>MUESTRAS</i>	<i>DATOS TDS (ppm)</i>	<i>T°</i>
Agua pre tratada	530	21,3 °C
Agua purificada por ÓI	13	21,3 °C

*Elaborado por: (Aguay y Ilaquiche, 2023)*

#### 5. Discusión

El agua purificada, en cumplimiento de la Norma Técnica INEN 2200, ha demostrado ser una opción confiable. La normativa establece criterios claros y rigurosos que garantizan la eliminación de impurezas y contaminantes, asegurando así una alta calidad del agua purificada en el mercado para lo cual es necesario contar con una lectura exacta de TDS con el fin de comprobar el estado del sistema de purificación por ósmosis inversa

Esto ha resultado obtenido de las lecturas de TDS cumple con los más altos estándares de pureza y calidad. La Norma Técnica INEN 2200 para el agua purificada establece que la cantidad máxima de TDS es de 500 ppm para lo cual cumple con 13 ppm, se demuestra que el equipo está funcionando de manera perfecta, en el caso del agua pre tratada no cumple ya que se debe cambiar los sistemas internos y realizar una respectiva purga con el fin de eliminar todos los contaminantes presentes en el agua

## 6. Cuestionario

### 1. ¿Qué significa la abreviatura TDS y cuál es su significado?

La abreviatura TDS significa "Total de sólidos disueltos", y se refiere a la cantidad de sales inorgánicas disueltas en el agua.

### 2. ¿Cuál es la importancia de medir los sólidos disueltos totales en el agua?

Es importante ya que nos permite conocer la calidad del agua y evaluar si es apta para consumo humano, agrícola o agroindustrial.

### 3. ¿Cuál es el nivel adecuado de TDS que debería tener el agua purificada?

No se puede establecer un nivel exacto de TDS que deba tener el agua purificada ya que puede variar según su uso, pero según expertos debería tener 10 ppm siendo un agua pura de calidad.

### 4. ¿Cuáles son las posibles causas de altos niveles de TDS en el agua purificada?

- Presencia de minerales disueltos en el agua.
- Los niveles altos de TDS incluyen la contaminación del agua por productos químicos.
- La falta de mantenimiento adecuado en los sistemas de filtración de agua.
- Sistema de purificación de agua no está funcionando correctamente.

### 5. ¿Cuál es la relación entre los sólidos disueltos y la conductividad?

Los sólidos disueltos y la conductividad del agua están estrechamente relacionados a que aumenta la cantidad de sólidos disueltos presentes en el agua.

## 7. Conclusiones

- En conclusión, es importante medir los niveles de sólidos totales disueltos (TDS) y verificar que estén dentro de los valores aceptables para el agua purificada. Si los niveles de TDS son demasiado altos, esto podría indicar la presencia de contaminantes en el agua purificada. Para lo cual es importante realizar una aplicación práctica con el fin de garantizar la calidad y seguridad del agua.
- Se puede concluir que, para evitar estos problemas, es esencial contar con un sistema de purificación adecuado y realizar pruebas regulares para medir los niveles de TDS en el agua purificada. Además, se deben tomar acciones correctivas, como ajustar la configuración del sistema de purificación, reemplazar filtros o membranas, o incluso fuentes alternativas de agua, si es necesario.
- En conclusión, el monitoreo constante de los procesos de tratamiento de agua purificada mediante el sistema de ósmosis inversa (ÓI) es esencial para garantizar la calidad y la eficiencia del agua producida. Este proceso de purificación es altamente efectivo para eliminar impurezas, sólidos disueltos y contaminantes presentes en el agua.

## 8. Recomendaciones

- Realizar pruebas después del mantenimiento: Después de cualquier servicio o reemplazo de filtros o membranas en el sistema de purificación, es importante medir los niveles de TDS nuevamente para confirmar que el equipo está funcionando correctamente.
- Se recomienda llevar a cabo un monitoreo regular de los niveles de TDS para asegurar la calidad del agua teniendo un registro detallado de todas las mediciones de TDS y las acciones correctivas tomadas con el fin de alargar la vida útil del sistema (ÓI).
- Es necesario realizar una purga de agua al momento de reemplazar alguna pieza del sistema de (ÓI) eliminando por completo todo tipo de impurezas y garantizar la calidad del agua.



## 9. Bibliografía

- *Guías para las prácticas de variables ambientales en Matriz Agua - Kit portables.* (2021, 1 diciembre). Issuu.  
[https://issuu.com/jaramilloelinamaria/docs/compilado\\_prcticas\\_de\\_laboratorio\\_matriz\\_agua](https://issuu.com/jaramilloelinamaria/docs/compilado_prcticas_de_laboratorio_matriz_agua)
- Jern, M. (2022, 17 marzo). TDS: ¿Una manera fiable de medir la calidad del agua? - TAPP Water. *TAPP Water*. <https://tappwater.co/es/blog/tds-medir-calidad-agua/>
- *Que es SDT? Sólidos disueltos totales.* (s. f.).  
<https://blog.orendatech.com/es/entendiendo-0solidos-disueltos-totales>
- Team, D., & Team, D. (2021). Medidor TDS: ¿Qué es y qué mide realmente? | Dropson. *Dropson | Alternativa sostenible al agua embotellada*.  
<https://www.dropson.es/blog-lata-filtrante/medidor-tds-que-es-y-que-mide-realmente/>
- ¿Cuál es el TDS del agua destilada? (s. f.). helpr. <https://es.helpr.me/18106-what-is-the-tds-of-distilled-water>

## 10. Anexos

**Fotografía 1.** Equipo TDS



**Fuente:** Autores

**Fotografía 2.** Muestra de agua pre tratada



**Fuente:** Autores

**Fotografía 3.** Muestra de agua purificada



**Fuente:** Autores

**Fotografía 4.** TDS de agua pre tratada



**Fuente:** Autores

**Fotografía 5.** TDS de agua purificada por ÓI



**Fuente:** Autores

**Fotografía 6.** De medición TDS



**Fuente:** Autores

## 7. RECURSOS Y PRESUPUESTO

**Tabla 6.** Presupuesto Utilizado Para la Elaboración del Proyecto

<b>PRESUPUESTO PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO</b>				
<b>Recurso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>V. Unitario \$</b>	<b>Valor Total \$</b>
<b>EQUIPOS</b>				
Purificador de ósmosis inversa b12	1	_____	\$2.500	\$2.500
				<b>\$2.500</b>
<b>MATERIALES Y SUMINISTROS</b>				
I Saco De 25 Kg De Zeomedia Nsf	2	_____	\$86.00	\$172.00
Saco De 25 Kg Carbon Activado	2	_____	\$ 128.00	\$256.00
Saco De Resina Cationica Ablandador	2	_____	\$110.00	\$220.00
Saco De Grava	1	_____	\$47.00	\$47.00
Filtros Slim 20x2.5 –Polipropilemo	2	_____	\$25.00	\$ 50.00
Filtro De Carbon Activado 20x2,5	2	_____	\$ 30.00	\$ 60.00
Filtro de Carbon Granulado 20x2.5	1	_____	\$ 30.00	\$ 30.00
				<b>\$835.00</b>
<b>GASTOS VARIOS</b>				
Internet	800	Horas	\$0.10	\$80.00
Pasajes	60	Días	\$5.00	\$300.00
Almuerzos	60	Días	\$2.25	\$135.00
				<b>\$515.00</b>
<b>MATERIAL DE OFICINA</b>				
Impresiones	600	_____	\$0.10	\$60.00
Esferos	4	_____	\$0.50	\$2.00
CD con portada	2	_____	\$2.25	\$4.50
Empastados	3	_____	\$40.00	\$120.00
				<b>\$186.50</b>
<b>Sub total</b>				\$4036.5
<b>15%</b>				\$1911.5
<b>Total</b>				<b>\$5948</b>

**Elaborado por:** (Aguay y Ilaquiche, 2023)

## **8. IMPACTO DEL PROYECTO (social, económico, ambiental, intelectual)**

### **8.1. Social**

Nuestro proyecto aportará a los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi, centrado en el beneficio concreto para los estudiantes de la carrera de Agroindustria. Para ello, hemos desarrollado manuales que integran los aspectos principales relacionados con el uso de equipos en su aplicación agroindustrial. Por medio de estos recursos, los estudiantes cuentan con herramientas que les permiten conocer y entender el funcionamiento de una purificadora de ósmosis inversa y cómo llevar a cabo su correcto mantenimiento.

### **8.2. Económico**

La purificadora de agua por ósmosis inversa proporcionará una variedad de información que permita utilizarla de manera correcta y a través de los conocimientos obtenidos de los manuales permitirán extender la vida útil del equipo, a su vez, reduciendo los costos de mantenimiento. Con la ayuda de la guía, el estudiante podrá realizar el mantenimiento por su cuenta. Este recurso valioso le enseñará cómo cuidar adecuadamente una purificadora de ósmosis inversa y disminuir los gastos de mantenimiento asociados con el sistema de (ÓI).

### **8.3. Intelectual**

El manual que se ha elaborado para el funcionamiento y mantenimiento adecuado de una purificadora de ósmosis inversa resultará de gran ayuda en el manejo y uso eficiente de su aplicación agroindustrial. En la actualidad, se pueden prevenir diversos fallos y reducir el tiempo de producción de agua, lo cual constituye un avance significativo para el desarrollo práctico.

### **8.4. Ambiental**

Nuestro proyecto contribuye a la sostenibilidad medioambiental, tiene la capacidad de reutilizar el agua, en particular el agua de rechazo generada durante su proceso de purificación. El agua de rechazo puede ser tratada y reciclada para diferentes usos agroindustriales, un factor considerable es el uso de la energía eléctrica que ocupa la máquina para su funcionamiento.

## 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 9.1. Conclusiones

- En resumen, es importante conocer y utilizar de manera adecuada esta tecnología de ósmosis inversa con el fin de optimizar los procesos de purificación y asegurar el suministro de agua de calidad para las diferentes aplicaciones en la planta agroindustrial, al desarrollar una aplicación que aproveche el proceso de purificación avanzada de esta tecnología, se generan nuevas posibilidades para mejorar la eficiencia, la accesibilidad y la sostenibilidad en la gestión del agua.
- Se elaboró una guía que proporcione instrucciones claras y detalladas sobre cómo utilizar el equipo de manera correcta, realizando el mantenimiento correspondiente en los plazos adecuados para evitar fallos y facilitar el uso y el cuidado adecuado de la purificadora, contribuyendo a obtener agua de alta calidad de manera continua y eficiente.
- Se desarrolló una aplicación práctica aprovechando la tecnología de la purificadora de agua por ósmosis inversa siendo un avance importante en la convergencia entre la innovación tecnológica y las necesidades diarias. Con el fin de asegurar la calidad del agua utilizada, se midió la conductividad del agua utilizando un medidor de TDS y se compararon los resultados con los estándares paramétricos establecidos por la normativa. Esta aplicación cumple con la norma NTE INEN 2200 para el agua purificada y envasada.
- En conclusión, podemos decir que los manuales desempeñarán un papel crucial para asegurar el funcionamiento y el mantenimiento adecuado de la purificadora, manteniendo su eficiencia a lo largo del tiempo sin comprometer su rendimiento ni su capacidad de producción. Además, proporcionarán al personal encargado de operar y dar mantenimiento a la purificadora las instrucciones necesarias para llevar a cabo estas tareas de manera correcta eficiente.

## 9.2. Recomendaciones

- Se recomienda llevar a cabo mantenimientos periódicos para garantizar el adecuado funcionamiento del equipo y prevenir posibles fallos porque permite detectar y corregir cualquier problema o desgaste antes de que se convierta en una falla mayor. Además, el mantenimiento regular ayuda a prolongar la vida útil del equipo, asegurando su eficiencia y rendimiento óptimo
- Para garantizar un rendimiento óptimo de la purificadora de ósmosis inversa, es fundamental asegurarse de que la presión del agua de entrada cumpla con los estándares requeridos. Esto evitará que la máquina trabaje con exceso de esfuerzo y reducirá su rendimiento.
- Al momento de sustituir cualquier componente, ya sea interno o externo, del sistema de ósmosis inversa, es crucial llevar a cabo una purga de agua para eliminar cualquier exceso acumulado, asegurando un funcionamiento óptimo del sistema de ÓI.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Acuña Merchán, B. S., Rivas Cáceres, S. E., & Ormaza González, F. (2021). Diseño de un Sistema de Ósmosis Inversa para una Planta Desalinizadora de Agua de Mar en la Parroquia Manglaralto (Doctoral dissertation, ESPOL. FIMCM: Oceanografía).
- Aguilar Sequeiros, O., & Navarro Alfaro, B. (2018). Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay, provincia de Abancay 2017.
- Aguirre Mogollón, F. S., & Parra López, J. A. (2022). Manual de funcionamiento, mantenimiento y aplicación pedagógica de una licuadora semi industrial en el laboratorio de investigación de cárnicos de la carrera de agroindustria de la Universidad Técnica de Cotopaxi (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).
- Agroindustrial. (s.f). <https://www.utc.edu.ec/agroindustrial>
- Alejandro, R. G. (2023, May). SISTEMA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE OZONO EN AGUA POTABLE. In EUREKA.
- Aragon Monasterio, A. L. (2016). Diseño preliminar de una planta para el acondicionamiento de agua por ósmosis inversa, para la disminución de incrustaciones en calderas generadas por el alto contenido de sólidos disueltos (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala).
- Arrieta, E. (2020, 20 mayo). Derecho al agua tiene rango constitucional. Derecho al agua tiene rango constitucional. <https://www.larepublica.net/noticia/derecho-al-agua-tiene-rango-constitucional>
- Atienza Albiac, À. (2021). Proyecto de abastecimiento de agua potable a países menos desarrollados mediante una planta desalinizadora móvil (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Autor. (2023, 12 junio). Tratamiento de agua por intercambio iónico - BossTech. BossTech. <https://bosstech.pe/tratamiento-de-agua-por-intercambio-ionico/>
- Auyama. (2019, 25 abril). PLANTA DE MEMBRANA: ÓSMOSIS INVERSA / ULTRAFILTRACIÓN/ MBR | Simpec SRL. Simpec Srl. <https://www.simpec.it/es/plantas-de-membrana-mbr-osmosis-inversa-ultrafiltracion/>
- Barcia Peña, J. D. (2023). Propuesta de diseño de una planta piloto para el procesamiento de cárnicos para la carrera de Agroindustrias de la PUCESE: Barcia Peña, J. D. (2023). Propuesta de diseño de una planta piloto para el procesamiento de cárnicos para la carrera

de Agroindustrias de la PUCESE: Dimensionamiento de equipos e instalaciones (Doctoral dissertation, Ecuador-Pucese-Escuela de Agroindustrias).

Cal, R., & Cárdenas, J. (2018). Ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones. Alpha Editorial.

Calderón, O. J. C. (2023). Desarrollo de purificadora con ósmosis inversa para implementación en zonas aisladas.

Camargo, A., & Camacho, J. (2019). Convivir con el agua. *Revista Colombiana de Antropología*, 55(1), 7-25.

Cano Camacho, E. G., Prieto Silvera, D. M., & Yepes Manga, M. A. (2022). Filtro de agua casero hecho con materiales reciclables para beneficio de la población de Candelaria Atlántico.

Candia, L. D., Rodríguez, A. S., Castro, N., Bazán, P. A., Ambrosi, V. M., & Díaz, F. J. (2018). Mejoras en maquinaria industrial con IoT: hacia la industria 4.0. In XXIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC)(La Plata, 2018).

Canaza Chicasaca, G. J., & Mamani Condori, Y. (2020). Revisión del uso de coagulantes naturales para remoción de turbidez del agua.

Cañizares, E. (2023, 24 marzo). Aguas residuales, soluciones utilizadas en diversas partes del mundo. *Ecología | La Revista | El Universo*. <https://www.eluniverso.com/larevista/ecologia/aguas-residuales-soluciones-utilizadas-en-diversas-partes-del-mundo-nota/>

Castro Mieles, L., & Dueñas-Rivadeneira, A. A. (2023). Revisión bibliográfica sobre la eficiencia de antiincrustantes con distintas bases químicas. *Centro Azúcar*, 50(1).

Chicaiza Vaca, M. Á. (2018). Diseño de una planta productora de barras energéticas con base en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), amaranto (*Amaranthus caudatus*) y uvilla (*Physalis peruviana* L.) (Bachelor's thesis, Quito, 2018.).

Colomina Montava, J. (2016). Diseño de una planta desalinizadora con sistema de osmosis inversa con producción de 20000 m<sup>3</sup>/día (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).

Consultor, I. G. S. E., & Consultor, I. G. S. E. (2022). Ósmosis inversa – un proceso sofisticado de filtración por membranas | *Cropaia*. *Cropaia*. <https://cropaia.com/es/blog/osmosis-inversa-membranas/>



- Contreras Lévano, K. G., & Estacio Jimenez, J. F. (2021). Tratamiento de agua de pozo por ósmosis inversa para usos en la industria agrícola.
- Chávez, J. A. V. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista peruana de medicina experimental y salud pública*, 35, 304-308.
- Cruz Negrete, J. B., & Xavier, J. (2018). Concentración económica de la agroindustria en Ecuador 2006-2013: un estudio empírico. *Estado & comunes, revista de políticas y problemas públicos*, 2(7), 89-106.
- Digiuni, S. (2022). Determinación de alcalinidad total en agua.
- Elenapl. (2020). Aplicaciones en industrias de la ósmosis inversa. AEDyR. <https://aedyr.com/aplicaciones-industrias-tratamiento-agua-osmosis-inversa/>
- Esidin. (2020, 3 septiembre). Diseño de un sistema de ósmosis inversa. ESIDIN Business & Engineering School. <https://esidin.blog/2020/06/11/disenio-de-un-sistema-de-osmosis-inversa/>
- Esteban Nieto, N. (2018). Tipos de investigación.
- Fajardo Cadena, A. (2018). Desalinización de agua: ¿una alternativa sostenible para la potabilización del agua? (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América).
- Fernández, E. (2022, 6 septiembre). Análisis en aguas - TSI Group - Tecnosoluciones integrales. TSI Group - Tecnosoluciones Integrales. <https://tecnosolucionescr.net/blog/661-analisis-en-aguas>
- Fernández García, Asela. (2014). Evaluación comparativa de la capacidad de desinfección de equipos generadores de ozono domésticos para el tratamiento de agua. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*. 45. 77.
- Ferrer Ivars, P. J. (2018). Diseño de un proceso de producción de agua ultrapura para la industria alimentaria con una capacidad de 100 m<sup>3</sup>/día (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- Figueroa-Moreno, L. F., Torres-Mendoza, K. E., Macas-Mendoza, D. R., & Lara-Tambaco, R. M. (2023). Diseño y construcción de una planta de tratamiento de agua por ósmosis inversa. *Ibero-American Journal of Engineering & Technology Studies*, 3(1), 98-120.
- Fundación Aquae. (2021, agosto 11). Calidad del agua: ¿Cómo es la correcta? - Fundación AQUAE. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/calidad-agua/>
- García-Carpintero, E. E., Cárdbaba-Arranz, M., & Sánchez-Gómez, L. M. (2020). Revisión bibliográfica sobre eficacia y seguridad de la luz ultravioleta y ozono para la desinfección de superficies.

- González-Hernández, I. J., & Granillo-Macías, R. (2020). Competencias del ingeniero industrial en la Industria 4.0. *Revista electrónica de investigación educativa*, 22.
- Gómez Hernández, R. A., Wilson González, F. E., Matos Mosqueda, L., Crespo Zafra, L., Benítez Cortes, I., & Pérez Sánchez, A. (2022). Sustitución de filtros a cartucho por filtros de mallas en una planta de ósmosis inversa. *Revista Científica de la UCSA*, 9(1), 57-71.
- Guerrero Crespo, M. D. C. (2023). *Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la Planta Agroindustrial del campus Salache, Universidad Técnica de Cotopaxi* (Master's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).
- Global Membrains. (2020). <http://www.global-membrane.com/>
- Herrán Duitama, G. P. (2018). Tratamientos de salmuera producto de desalinización por ósmosis inversa.
- Jiménez-Carballo, C. A. (2018). Calor y calorimetría.
- Jurado, C. D., & Yzarra, L. H. (2021). La Calidad del agua potable y su influencia en la salud humana. *GnosisWisdom*, 1(3), 11-20.
- Lucas, S. M., & García, R. S. (2018). El agua en la industria alimentaria. *Boletín de la Sociedad Española de Hidrología Médica*, 33(2), 157-171.
- Lopez, J. M. B. (2023, 1 febrero). Calidad del agua, ¿cómo afecta a nuestro sistema de riego? *iAgua*. <https://www.iagua.es/blogs/jose-maria-buitrago-lopez/calidad-agua-como-afecta-nuestro-sistema-riego>
- López, E., Belmonte, S., Yerena, M. L. G., Sarmiento, N., & Franco, J. (2018). Accesibilidad al agua para consumo humano en la provincia de Salta-Argentina. Diseño de un indicador en entorno SIG. *Nodo: Arquitectura. Ciudad. Medio Ambiente*, 12(24), 32-45.
- Ramírez, C. A. S. (2021). *Calidad del agua: evaluación y diagnóstico*. Ediciones de la U.
- Lucas, S. M., & García, R. S. (2018). El agua en la industria alimentaria. *Boletín de la Sociedad Española de Hidrología Médica*, 33(2), 157-171.
- NTE INEN 2200: Agua purificada envasada. Requisitos: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) : Free download, borrow, and streaming : Internet Archive.* (2008). Internet Archive. <https://archive.org/details/ec.nte.2200.2008/page/n5/mode/2up>
- Martínez, D. Z. (2020). La desalación del agua en España. *Presupuesto y gasto público*, (101).
- Martínez-Corona, J. I., Palacios-Almón, G. E., & Oliva-Garza, D. B. (2023). GUÍA PARA LA REVISIÓN Y EL ANÁLISIS DOCUMENTAL: PROPUESTA DESDE EL ENFOQUE INVESTIGATIVO. *Ra Ximhai*, 19(1).

- Martínez, D. (2020, 23 octubre). Calidad del agua de la CDMX en picada. *Reporte Indigo*. <https://www.reporteindigo.com/reporte/calidad-del-agua-de-la-cdmx-en-picada-medicion-recursos-prioridad-sacmex/>
- Manrique, W. (2017). Bioensuciamiento de membrana de osmosis inversa. *Acondicionamientos*. <https://www.acondicionamientos.com.ar/bioensuciamiento-de-membrana-de-osmosis-inversa/>
- Mar, V. A. (2020, 31 mayo). *¿Qué es la ósmosis? El principio más importante en biología*. Pinterest. <https://www.pinterest.es/pin/qu-es-la-smosis-el-principio-ms-importante-en-biologa--197173289924824435/>
- Mar, V. A. (2020, mayo 31). *¿Qué es la ósmosis? el principio más importante en biología*. Vista al Mar. <https://www.vistaalmar.es/ciencia-tecnologia/biologia/9156-que-es-osmosis-principio-mas-importante-biologia.html>
- Medina Madril, J. C., & Vargas Llomitoa, C. A. (2018). Implementación de un sistema de tratamiento de agua de pozo mediante ósmosis inversa para la empresa de productos lácteos'' el ganadero'' de la parroquia Pucayacu cantón La Mana (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).
- Meneses Pérez, D. I. (2023). Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Mulaló, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil).
- Meneses Pérez, D. I. (2023). *Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Mulaló, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi* (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil).
- Moya Torres, G. H. (2022). Tratamiento del agua salobre de las filtraciones por el método de osmosis inversa para uso agrícola en las irrigaciones de San Camilo-Arequipa.
- Mora Rodríguez, S. I. (2019). Diseño de una planta de tratamiento de agua automatizada portable mediante el método de osmosis inversa para optimizar del funcionamiento de las máquinas de hemodiálisis.
- Muñoz Gavilanes, R. Á., & Yáñez Mora, C. E. (2018). Propuesta para la expansión de mercado de la oferta de productos de la empresa "FUENTE SAN FELIPE SA (Bachelor's thesis, Quito: UCE).

Namuche Montes, S. M. (2019). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de tratamiento de agua potable por ósmosis inversa a partir de agua de mar en el distrito de Huarney-2017.

Ósmosis inversa: Qué es, para qué sirve y su proceso – Ferrovial. (2021, 25 octubre). Ferrovial. <https://www.ferrovial.com/es/recursos/ósmosis-inversa/>

Pérez, M. L. Q., Rivera, L. C. P., González, J. R. D. V., & Chávez, F. A. (2020). *Aplicaciones tecnológicas de tratamiento de aguas residuales*. Voces de la educación.

*Tratamiento de agua*. (s. f.). chilecubica. <https://www.chilecubica.com/insta-sanitarias-y-especiali/tratamiento-de-agua/>

Perera, B., & Perera, B. (2016, 1 abril). La desalinización del agua en Lanzarote por medio del sistema Ósmosis. *Crónicas de Lanzarote*. <https://www.cronicasdelanzarote.es/articulo/cartas-al-director/desalinizacion-agua-lanzarote-medio-sistema-osmosis/20160401071434194146.html>

Proagua Ingenieros S.A.C. (2021, 28 septiembre). *Sistemas de cloración a gas - Proagua Ingenieros S.A.C.* <https://proaguaingenieros.com/productos/equipos-y-tecnologias-de-sistemas-de-cloracion/sistemas-de-cloracion-a-gas/>

Quezada Mustaros, R. S. (2019). Modelación matemática de los fenómenos anti- biofouling en membranas de ósmosis reserva modificadas con nanopartículas de cobre.

Ramos Pérez, L. K. (2021). Evaluación de la calidad del agua purificada por osmosis inversa para el consumo en instituciones educativas, Manantay, Coronel Portillo, Ucayali

Ricardo, M. C. A. (2014, 1 enero). Análisis de la evolución del mercado de agua embotellada, del año 2009 al 2013, en la ciudad de Quito, desde la perspectiva del posicionamiento y participación de las marcas. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6209>

Rivas Guevara, R. (2018). Mejora del proceso de producción de agua tratada mediante rediseño de los sistemas de osmosis inversa del Hospital II Reátegui Delgado ESSALUD Piura, 2018.

Salamanca, E. (2016). Tratamiento de aguas para el consumo humano. Corporación Universidad de la Costa.

Saavedra Fenoglio, A., Valdés Riquelme, H., & Zúñiga Espinoza, C. (2022). Manual técnico de desalación y purificación de aguas mediante ósmosis inversa.

Solís-Castro, Y., Zúñiga-Zúñiga, L. A., & Mora-Alvarado, D. (2018). La conductividad

como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 31(1), 35-46.

Telwesa. (2021). Reutilización de membranas de ósmosis inversa. *Telwesa*. <https://telwesa.com/reutilizacion-de-membranas-de-osmosis-inversa/>

*Universidad Técnica de Cotopaxi > Home*. (s.f). <https://www.utc.edu.ec/>

Valdivielso, A. (2020, 6 octubre). *¿Qué es el agua potable?* iAgua. <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-agua-potable>

Vazquez, A. (2022). La calidad del agua que usamos en México. *INVDES*. <https://invdes.com.mx/los-investigadores/la-calidad-del-agua-que-usamos-en-mexico/>

Veolia Ecuador realiza su primera planta desalinizadora en la isla de Puná. (2020, 3 junio).

Veolia. <https://www.veolia.com/latamib/es/noticias/veolia-ecuador-realiza-su-primera-planta-desalinizadora-isla-puna>

Vejar Gereda, A. G. (2020). Estudio de los métodos de desinfección alternativos a la cloración para la eliminación de microorganismos patógenos en el tratamiento de agua para consumo humano

## 11. ANEXOS

### Anexo 1: Hoja de vida de los Investigadores 1

#### DATOS PERSONALES

**APELLIDOS:** Aguay Noguera

**NOMBRES:** Johan Daniel

**ESTADO CIVIL:** Soltero

**CÉDULA:** 1726175977



**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** Quito – González Suarez, 1 de octubre del 1996

**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** Quito-Guamaní

**TELÉFONO CELULAR:** 0961071260

**CORREO ELECTRÓNICO:** johan.aguay5977@utc.edu.ec

#### ESTUDIOS REALIZADOS

##### **INSTRUCCIÓN PRIMARIA:**

- “Unidad Educativa Fiscal Mixta Celiano Monge” – Guamaní, 2005 – 2014

##### **INSTRUCCIÓN SECUNDARIA:**

- “Unidad Educativa Fiscal Mixta Celiano Monge” – Guamaní,
- “Unidad Educativa Fiscal Mixta Juan Abel Echeverría” – Latacunga

##### **INSTRUCCIÓN SUPERIOR:**

- Universidad Técnica de Cotopaxi – Latacunga, 2019 –2023

**IDIOMAS:** Suficiencia en ingles B1

#### CONFERENCIAS, CURSOS Y SEMINARIOS

- “II Seminario Internacional Agroindustrial” Desafíos en nuestra región en procesostecnológicos, desarrollo e innovación y publicación de artículos científicos.
- Gestión de la Agroindustria UTC como eje de desarrollo en la industria agroalimentaria.
- “III Seminario Internacional Agroindustrial” Desarrollo e innovación agroindustria

## Anexo 2. Hoja de vida de los Investigadores 2

### **DATOS PERSONALES**

**APELLIDOS:** Ilaquiche Cuyo  
**NOMBRES:** Álvaro Fabricio  
**ESTADO CIVIL:** Soltero  
**CÉDULA:** 0550531164



**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** Saquisilí – Calvario, 20 de febrero del 2000

**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** Saquisilí – Calvario

**TELÉFONO CELULAR:** 0983989471

**CORREO ELECTRÓNICO:** alvaro.ilaquiche1164@utc.edu.ec

### **ESTUDIOS REALIZADOS**

#### **INSTRUCCIÓN PRIMARIA:**

- “Jardín de Infantes Marianita Albán” – Saquisilí, 2005 – 2006
- “Escuela fiscal mixta Antonio José de Sucre” – Saquisilí.

-

#### **INSTRUCCIÓN SECUNDARIA:**

- “Unidad Educativa Saquisilí” – Saquisilí

#### **INSTRUCCIÓN SUPERIOR:**

- Universidad Técnica de Cotopaxi – Latacunga, 2019 –2023

**IDIOMAS:** Suficiencia en ingles B1

### **CONFERENCIAS, CURSOS Y SEMINARIOS**

- “II Seminario Internacional Agroindustrial” Desafíos en nuestra región en procesostecnológicos, desarrollo e innovación y publicación de artículos científicos.
- Gestión de la Agroindustria UTC como eje de desarrollo en la industria agroalimentaria.
- “III Seminario Internacional Agroindustrial” Desarrollo e innovación agroindustrial.

### Anexo 3. Hoja de vida de los Investigadores (Tutor)

#### **DATOS PERSONALES**

**APELLIDOS:** Molina

**Borja NOMBRES:**

Franklin Antonio **ESTADO**

**CIVIL:** Casado

**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 0501821433

**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** Latacunga, 28 de enero de 1971

**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** Latacunga, Barrio San Sebastián

**TELÉFONO CONVENCIONAL:** 032811546 **TELÉFONO CELULAR:** 0992982440

**E-MAIL INSTITUCIONAL:** franklin.molina@utc.edu.ec



#### **ESTUDIOS REALIZADOS**

<b>NIVEL</b>	<b>TÍTULO OBTENIDO</b>	<b>FECHA DE REGISTRO</b>	<b>CÓDIGO DEL REGISTRO CONESUP O SENESCYT</b>
<b>TÉCNICO</b>	TÉCNICO SUPERIOR ENTRENADOR DE FÚTBOL	19-04-2005	2219-05-58990
<b>TERCER</b>	INGENIERO AGROINDUSTRIAL	27-08-2002	1020-02-179998
<b>CUARTO</b>	DIPLOMA SUPERIOR EN AUDITORIA Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD PARA EL SECTOR ALIMENTICIO	26-06-2009	1010-09-693979
<b>CUARTO</b>	MAGISTER EN INDUSTRIAS PECUARIAS MENCION EN INDUSTRIAS DE LACTEOS	23-01-2013	1002-13-86031945

#### **HISTORIAL PROFESIONAL**

**FACULTAD EN LA QUE LABORA:** Ciencias Agropecuarias y Recursos

Naturales. **CARRERA A LA QUE PERTENECE:** Ingeniería Agroindustrial

**ÁREA**

**DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:**

Administración; Educación Comercial y

Administración Ingeniería, Industria y Construcción;

Industria y Producción. **FECHA DE INGRESO A LA**



UTC: Octubre 03 del 2004

---

**FIRMA.**



**Anexo 4.** Ficha técnica de un equipo purificador ósmosis inversa

 <b>FICHA TÉCNICA DE UN EQUIPO PURIFICADOR ÓSMOSIS INVERSA</b> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI LABORATORIO</b>			
<b>MODELO</b>	<b>EQUIPO DE ULTRA FILTRACIÓN RO – 11G</b>	<b>FECHA DE COMPRA</b>	-----
<b>MARCA</b>	<b>KINGKONG PURE</b>	<b>CÓDIGO</b>	-----
<p align="center"><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Modelo:</b> RO – 11G</li> <li>- <b>Presión laboral:</b> 11PSI</li> <li>- <b>Presión pre cargada de fábrica:</b> 10-11PSI</li> <li>- IN/OUT 3/8”</li> <li>- Tanque hidroneumático</li> <li>- Cartuchos de 20x2.5”</li> <li>- Cartucho polipropileno espuma 20 x2.5”</li> <li>- Cartucho Carbón en bloque 20x2.5”</li> <li>- Cartucho Carbón Granulado 20x2.5”</li> <li>- <b>Corriente máxima:</b> 4.0 AMP</li> <li>- <b>Presión máxima:</b> 140 PSI</li> <li>- <b>Flujo máximo:</b> 5.0 LPM</li> <li>- Voltio de entrada 24VDC</li> <li>- 2 bombas de 300 GPD</li> <li>- 2 membranas de 300 GPD</li> <li>- Quality</li> <li>- <b>ISO 9001 de fabricación del producto.</b></li> <li>- <b>20 años de vida útil.</b></li> <li>- <b>PANTALLA DIGITAL:</b></li> <li>- Encendido/apagado</li> <li>- Medidor de TDS.</li> <li>- Manómetro verificador de presión.</li> <li>- Calibración interna o externa.</li> </ul>			
<p><b>APLICACIÓN AGROINDUSTRIAL.</b>            El agua es un elemento esencial en esta industria, formando parte integral del proceso de producción y en ocasiones es un componente activo del producto.</p>			
<p><b>INSTRUCCIONES DE USO.</b>            El purificador de agua está equipado con filtros que deben ser reemplazados después de cumplir su determinado tiempo. Además, es importante notar que la unidad no debe estar expuesta a temperaturas elevadas y no debe colocarse encima objetos que puedan dañar la unidad alargando su vida útil.</p>			
<p><b>SUGERENCIAS.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se sugiere realizar mantenimiento regular al equipo, con el fin de determinar posibles fallos evitando presencia de fugas.</li> <li>- Se sugiere aplicar mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo.</li> </ul>			

**Elaborado por:** (Aguay y Ilaquiche, 2023)

**Anexo 5. Aplicación practica y tecnologica de ósmosis inversa (ÓI)**

**Fotografías. Medición de tds previo a un mantenimiento**



*Fuente: Autores*



*Fuente: Autores*

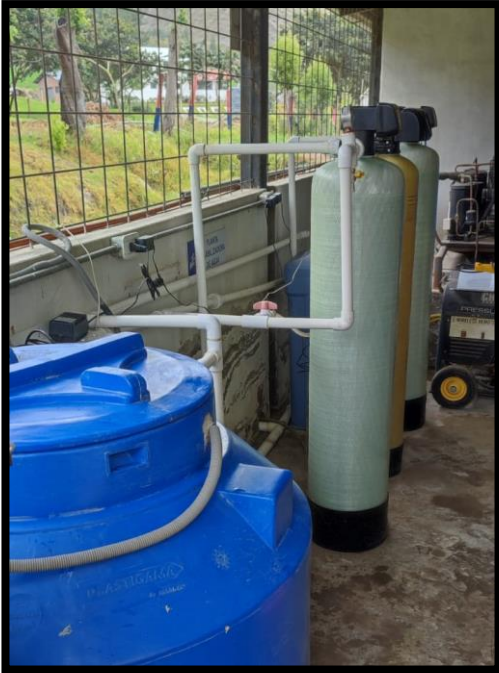


*Fuente: Autores*



*Fuente: Autores*

**Fotografías.** Sistema de recepción, filtración y almacenamiento de agua



*Fuente: Autores*



*Fuente: Autores*



*Fuente: Autores*



*Fuente: Autores*

**Fotografías.** Sistema de pre tratamiento (Lechos profundos)



*Fuente: Autores*



*Fuente: Autores*



*Fuente: Autores*

**Fotografías.** Tuberías de rechazo y alimentación del equipo de ÓI



*Fuente: Autores*



*Fuente: Autores*

**Anexo 6. NTE INEN2200: Agua Purificada Envasada**



Quito – Ecuador

**NORMA  
TÉCNICA  
ECUATORIANA**

**NTE INEN 2200**  
Segunda revisión  
2017-04

**AGUA PURIFICADA ENVASADA. REQUISITOS**

PURIFIED BOTTLED WATER. REQUIREMENTS

## AGUA PURIFICADA ENVASADA REQUISITOS

### 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua purificada envasada para consumo humano.

Esta norma es aplicable a las aguas purificadas envasadas y aguas purificadas mineralizadas envasadas, se excluyen las aguas minerales naturales, las aguas de fuente y las aguas purificadas de uso farmacéutico.

### 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son indispensables para la aplicación de este documento. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición (incluyendo cualquier enmienda).

NTE INEN-ISO 10523, *Calidad del agua – Determinación del pH (ISO 10523:2008)*

NTE INEN-ISO 9308-1, *Calidad del agua – Detección y recuento de Escherichia Coli y de bacterias coliformes – Parte 1: método de filtración en membrana (ISO 9308-1:2000, IDT)*

NTE INEN-ISO 16266, *Calidad del agua – Detección y recuento de Pseudomonas Aeruginosa. Método por filtración en membrana. (ISO 16266:2006)*

NTE INEN-ISO 4833, *Microbiología de los alimentos para consumo humano y animal – Método horizontal para el recuento de microorganismos – Técnica de recuento de colonias a 30 °C (ISO 4833:2003, IDT)*

NTE INEN-ISO 2859-1, *Procedimientos de muestreo para inspección por atributos – Parte 1. Programas de muestreo clasificados por el nivel aceptable de calidad (AQL) para inspección lote a lote*

NTE INEN-ISO 2859-2, *Procedimientos de muestreo para la inspección por atributos – Parte 2: Planes de muestreo para las inspecciones de lotes independientes, tabulados según la calidad límite (CL)*

NTE INEN-ISO 3951-1, *Procedimientos de muestreo para inspección por variables – Parte 1: Especificación para planes de muestreo simple clasificados por nivel aceptable de calidad (AQL) para inspección lote a lote para una única característica de calidad y un solo AQL (ISO 3951-1:2013, IDT)*

NTE INEN-ISO 3951-2, *Procedimientos de muestreo para la inspección por variables – Parte 2: Especificación general para los planes de muestreo simples tabulados según el nivel de calidad aceptable (NCA) para la inspección lote por lote de características de calidad independientes (ISO 3951-2:2006, IDT)*

NTE INEN-ISO 7887, *Calidad de agua – Examen y determinación de color*

NTE INEN-ISO 7027, *Calidad de agua – Determinación de turbiedad*

NTE INEN 1108, *Agua potable. Requisitos*

NTE INEN 974, *Agua potable. Determinación de la dureza total por titulación con EDTA*

NTE INEN 977, *Agua potable. Determinación de cloro residual. Método de la DPD-Ferroso*

NTE INEN 2200

2017-04

NTE INEN 1334-1, *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1: Requisitos*

Standard Methods 2540, *Solids*

### 3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones.

#### 3.1

##### **agua purificada envasada**

Se considera agua purificada envasada a las aguas destinadas al consumo humano que sean sometidas a procesos físico químicos como destilación, desionización, ósmosis inversa, de desinfección u otros procesos; sea carbonatada o no, que cumplan los requisitos establecidos en esta norma.

#### 3.2

##### **agua purificada mineralizada envasada**

Se entiende al producto definido en 3.1 adicionada de minerales de uso permitido.

### 4. REQUISITOS

4.1 El producto agua purificada envasada debe cumplir con los principios de las buenas prácticas de fabricación.

4.2 El agua purificada envasada debe elaborarse con agua que cumpla con NTE INEN 1108.

4.3 No debe presentar olores o sabores extraños que no sean característicos del producto.

4.4 El agua purificada envasada o el agua purificada mineralizada envasada deben cumplir con los requisitos físicos establecidos en la Tabla 1.



NTE INEN 2200

2017-04

**TABLA 1. Requisitos físicos para el agua purificada envasada y agua purificada mineralizada envasada**

Requisito	Unidad	Mín	Máx	Método de ensayo
Color	Pt-Co <sup>b</sup>	-	5	NTE INEN-ISO 7887
Turbidez	NTU <sup>a</sup>	-	1	NTE INEN-ISO 7027
Sólidos Totales Disueltos Aguas purificadas envasadas	mg/L	-	500	2 540 Solids Standard Methods
Sólidos Totales Aguas purificadas mineralizadas envasadas	mg/L	500	1 000	2 540 Solids Standard Methods
pH a 20 °C agua purificada envasada		4,5	9,5	NTE INEN-ISO 10523
pH a 20 °C agua purificada mineralizada envasada		3,8	9,0	NTE INEN-ISO 10523
Cloro libre residual	mg/L	AUSENCIA		NTE INEN 977
Dureza total	mg/L	-	300	NTE INEN 974

<sup>a</sup> 1 unidad en la escala PT-CO = 1 mg/L de platino en forma de cloro platino

<sup>b</sup> 1 unidad nefelométrica de turbidez (NTU) = 1 mg/L de formazina estándar.

4.5 El agua purificada envasada o el agua purificada mineralizada envasada deben cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la Tabla 2

**TABLA 2. Requisitos microbiológicos para el agua purificada envasada y el agua purificada mineralizada envasada**

Requisito	Unidad	Caso	n	c	m	M	Método de ensayo
Recuento de Aerobios Mesófilos	UFC/mL	2 <sup>b</sup>	5	2	25	10 <sup>7</sup>	NTE INEN-ISO 4833
E. Coli	UFC/100 mL	10 <sup>a</sup>	5	0	0	--	NTE INEN-ISO 9308-1
Pseudomonas Aeuroginosa	UFC/100 mL	10 <sup>a</sup>	5	0	0	--	NTE INEN-ISO 16266

<sup>a</sup> Caso 10, peligro grave incapacitante, pero por lo general no amenaza la vida, las secuelas son raras duración moderada. ICMSF 8.

<sup>b</sup> Caso 2, Utilidad: contaminación general, reducción de la vida útil, deterioro incipiente.

n es el número de muestras a analizar;

m es el límite de aceptación;

M es el límite superado el cual se rechaza;

c es el número de muestras admisibles con resultados entre m y M.

2017-241

3

## 5. MUESTREO

La cantidad de las muestras y los criterios de aceptación y de rechazo serán acordados por las partes de acuerdo con lo establecido en las siguientes normas técnicas:

- NTE INEN ISO 2859-1
- NTE INEN- ISO 2859-2
- 
- NTE INEN- ISO 3951-1
- NTE INEN-ISO 3951-2

## 6. ENVASADO Y EMBALADO

**6.1** Los cierres de los envases utilizados para el agua purificada deben ser herméticos y garantizar que el envase no ha sido abierto después de llenado y antes de la venta al consumidor.

**6.2** Los envases retornables o no retornables y las tapas deben ser de materiales de calidad grado alimenticio.

**6.3** Los envases retornables antes de ser nuevamente utilizados deben ser completamente sanitizados.

**6.4** Los envases utilizados deben presentar un cierre seguro e inviolable de modo que no se evidencien pérdidas de su contenido como consecuencia de los procesos propios del transporte y almacenamiento de los mismos.

## 7. ROTULADO

El rotulado del producto debe cumplir con lo establecido en NTE INEN 1334-1.

NTE INEN 2200

2017-04

### **BIBLIOGRAFÍA**

NTC 3525:2012, *Agua envasada*

BOE, *Real Decreto 1799/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula el proceso de elaboración y comercialización de aguas preparadas envasadas para el consumo humano*

DTO. N° 977:96, *Reglamento Sanitario de los Alimentos*

COVENIN 1431:1982, *Agua potable envasada. Requisitos*

2017-241

5

### INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b> <b>NTE INEN 2200</b> <b>Segunda revisión</b>	<b>TÍTULO: AGUA PURIFICADA ENVASADA. REQUISITOS</b>	<b>Código ICS:</b> <b>67.160.20</b>
--	---	--

<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación por Consejo Directivo 2008-07-23 Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Acuerdo Ministerial No. 086-2008 de 2008-07-24 publicado en el Registro Oficial No. 403 de 2008-08-14 Fecha de iniciación del estudio: 2014-05-07
--	--

Fechas de consulta pública: desde 2014-10-28 hasta 2014-12-29

Comité Técnico de Normalización: **Bebidas no Alcohólicas**

Fecha de iniciación: 2016-03-23

Fecha de aprobación: 2016-06-29

Integrantes del Comité:

**NOMBRES:**

**INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

Ing. Paúl Romero (Presidente)	THE TESALIA SPRINGS
Ing. Gisella Flores P	THE TESALIA SPRINGS
Ing. Fernanda Mata	BYM CONSULTORES
Prof. Michael Koziol	USFQ
BQ. Regina Martínez	UCE
Ing. Andrea Arboleda	MIPRO
Ing. Elvis Desimavilla	ARCA CONTINENTAL
BQ.F. Agueda Solís	ARCA CONTINENTAL
Qím. Alim. Carolina Guayanlema	ARCSA
Ing. Mariuxi Riquero	SUMESA
Ing. Kathia Perea	SUMESA
Ing. Eliana Loayza	INEN
Ing. David Castro (Secretario Técnico)	INEN

Otros trámites: Esta NTE INEN 2200:2017 (Segunda revisión) reemplaza a la NTE INEN 2200:2008 (Primera revisión).

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma.

Oficializada como: Voluntaria  
Registro Oficial No. 982 de 2017-04-11

Por Resolución No. 17115 de 2017-03-14

---

**Servicio Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre**  
**Casilla 17-01-3999 – Telfs: (593 2)3 825960 al 3 825999**  
**Dirección Ejecutiva: [direccion@normalizacion.gob.ec](mailto:direccion@normalizacion.gob.ec)**  
**Dirección de Normalización: [consultanormalizacion@normalizacion.gob.ec](mailto:consultanormalizacion@normalizacion.gob.ec)**  
**Centro de Información: [centrodeinformacion@normalizacion.gob.ec](mailto:centrodeinformacion@normalizacion.gob.ec)**  
**[URL:www.normalizacion.gob.ec](http://www.normalizacion.gob.ec)**

## Anexo 7. Aval del Traductor

CENTRO  
DE IDIOMAS*AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: “**APLICACIONES TECNOLÓGICAS DE LA PURIFICADORA DE AGUA POR ÓSMOSIS INVERSA PARA PLANTAS EN TRANSFORMACIÓN AGROINDUSTRIAL**” presentado por: **Aguay Noguera Johan Daniel** y **Ilaquiche Cuyo Álvaro Fabricio** egresados de la Carrera de: **Agroindustria**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, Agosto del 2023.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. P. Beltrán Semblantes'.

CENTRO  
DE IDIOMAS

Mg. Marco Paul Beltrán Semblantes  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
 CC: 0502666514