



EN LA UAP
TÚ ERES PARTE
DEL CAMBIO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“IMPLEMENTACIÓN Y CONTROL DE LA UNIDAD DE
ULTRAFILTRACIÓN EN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE
AGUA ARCA CONTINENTAL LINDLEY PLANTA CUSCO”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
MIRKO KENZO PIZARRO FLORES**

**ASESOR
MG. ING. LOPEZ RODAS ROGELIO ALEXSANDER**

LIMA – PERÚ, ENERO 2022



DEDICATORIA

A nuestro padre, por darme el aliento y constancia para luchar por mis aspiraciones.

A mi esposa Norma, por la motivación y comprensión, mis hijos Kenyabila, Yassir y Lucio, que en todo momento han sido inspiración.





AGRADECIMIENTO

A mi tío Fidel, quien me ha formado en la persona quien soy.

Al gerente general de la Planta Cusco, Arca Continental Lindley, por su colaboración para la realización del presente trabajo.

A todos mis maestros, por transmitir sus conocimientos para mi formación profesional, por sus grandes consejos y apoyo en todo momento.





INTRODUCCIÓN

El agua es el principal ingrediente para la producción de bebidas gasificadas y no gasificadas donde el agua no se encuentra de manera pura en el medio ambiente por ello la necesidad de su tratamiento de remover y reducir a un nivel aceptable las impurezas contenidas en el agua.

Las impurezas encontradas en el agua pueden ser divididas en dos clases solidos suspendidos y solidos disueltos, los primeros son aquellos que no se disuelven en el agua y que pueden ser removidos o separados por filtración. Los sólidos disueltos son los que se disuelven naturalmente en el agua y que no pueden ser removidos por filtración convencional, en esta categoría se encuentra también la materia orgánica o coloide dispersa

De acuerdo a la normativa nacional DS N° 031-2010-SA., Dirección General de Salud Ambiental Ministerio de Salud y los requisitos de Coca Cola el agua tiene que tener ciertas características para su uso por el consumo humano, la eficiencia de filtración alcanzada por la ultrafiltración es superior a la filtración convencional, filtración por arena, filtración por carbón

La unidad de ultrafiltración se ha convertido en un factor importante en el proceso de tratamiento de agua siendo esta una alternativa tecnológica para la reducción de material coloidal presente en aguas superficiales que provienen de lagunas, lagos y de depósitos semejantes a ella.

La unidad de ultrafiltración es instalada con la finalidad de mejorar la calidad del agua de proceso.





RESUMEN

El presente análisis de investigación tiene como objetivo implementar y mejorar la correcta operación en el control y monitoreo de la unidad de ultrafiltración asegurar que el agua tratada no tenga materia coloidal causante de la saturación de los filtros de carbón ocasionando desabastecimiento de agua tratada para el área de envasado.

Las paradas constantes por falta de agua de proceso se deben a fallas operativas, y bloqueos en la unidad de ultrafiltración por fallas electromecánicas; por otra parte, el personal no aplica adecuadamente los procedimientos a causa de una deficiente capacitación en el procedimiento de ultrafiltración porque el Instructivo no especifica parámetros de control y operación de ultrafiltración.

De acuerdo a las normas nacionales (Digesa, 2021) y (Requisitos Kore CocaCola, 2020) se ha considerado mantener los parámetros dentro de las especificaciones, asegurando que los procesos entreguen permanentemente producto dentro de especificaciones teniendo como resultado a capacitación del personal e la implementación del instructivo de operación de la unidad de ultrafiltración según recomendaciones del proveedor. (Chriwa, 2016)





ABSTRACT

The objective of this research analysis is to implement and improve the correct operation in the control and monitoring of the ultrafiltration unit to ensure that the treated water does not have colloidal matter that causes the saturation of the carbon filters, causing a shortage of treated water for the area. of packaging.

The constant stops due to lack of process water are due to operational failures, and blockages in the Ultrafiltration unit due to electromechanical failures; On the other hand, the personnel does not adequately apply the procedures due to poor training in the Ultrafiltration procedure because the Instructions do not specify Ultrafiltration control and operation parameters.

According to national standards (Digesa, 2010) and (Kore CocaCola Requirements, 2020) it has been considered to keep the parameters within the specifications, ensuring that the processes permanently deliver product within specifications, resulting in staff training and implementation of the operating instructions for the ultrafiltration unit according to the supplier's recommendations. (Chriwa, 2016)



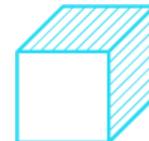
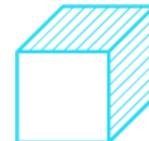


TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
INTRODUCCIÓN	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
TABLA DE CONTENIDO.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XI
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XII
CAPÍTULO I.....	1
GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	1
1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	1
1.2. PERFIL DE LA EMPRESA.....	2
1.3. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA	3
1.3.1. Misión	3
1.3.2. Visión	3
1.3.3. Objetivo.....	3
1.4. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	4
1.4.1. Mapa de procesos	6
1.4.2. Procesos estratégicos.....	6
1.4.3. Procesos operativos	7
1.4.4. Procesos de apoyo	7
1.5. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA.....	8
1.5.1. Diagrama de Pareto.....	9





CAPÍTULO II	10
REALIDAD PROBLEMÁTICA	10
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	10
2.1.1. Análisis causa efecto	10
2.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA	13
2.3. OBJETIVO DEL PROYECTO	14
2.3.1. Objetivo general.....	14
2.3.2. Objetivos específicos	14
2.3.3. Procedimiento de control y monitoreo de procesos	14
2.3.4. Especificaciones para tratamiento de agua	18
CAPÍTULO III	21
DESARROLLO DEL PROYECTO	21
3.1. DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO.....	21
3.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
3.2.1. Fuentes de abastecimiento	21
3.2.2. Tratamiento químico del agua.....	24
3.2.3. Unidad de ultrafiltración	27
3.2.4. Condiciones de operación de ultrafiltración	30
3.3. BASES TEÓRICAS.....	37
3.3.1. Conceptos de ultrafiltración.....	37
3.3.2. El Flux.....	37
3.3.3. Presión a través de las membranas.....	38
3.3.4. La permeabilidad	39
3.3.5. Presión de operación	39
3.3.6. Recuperación.....	39
3.3.7. Estabilidad de las membranas.....	40





3.4.	BASES NORMATIVAS	40
3.4.1.	Reglamento de la calidad del agua para consumo humano ...	40
3.4.2.	Requisitos de agua tratada	42
3.4.3.	Resultados de la investigación.....	43
3.5.	CONCLUSIONES	44
3.6.	RECOMENDACIONES	44
CAPITULO IV	.....	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	.....	46
CAPÍTULO V	.....	47
GLOSARIO DE TÉRMINOS	.....	47
CAPÍTULO VI	.....	49
ANEXOS	.....	49
5.1.	DISEÑO DE FORMATOS DE CONTROL Y MONITOREO	49





ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Historia de la Planta Cusco	2
Figura 2 Organigrama de la Planta Cusco	5
Figura 3 Mapa de Procesos del Sistema Integrado de Gestión	6
Figura 4 Proceso de Manufactura	8
Figura 5 Diagrama Causa Efecto	12
Figura 6 Diagrama de Tratamiento de Agua	15
Figura 7 Medición De Floccs Del Tanque Reactor	26
Figura 8 Resultados del Porcentaje de Floccs	26
Figura 9 Laboratorio de Tratamiento de Agua.....	27
Figura 10 Ciclo de Filtración de UF	28
Figura 11 Unidad de Ultrafiltración Planta Cusco	29
Figura 12 Modo de Filtración Superior	32
Figura 13 Modo de Filtración Inferior.....	32
Figura 14 Retro Lavado Superior	34
Figura 15 Retro Lavado Inferior.....	34
Figura 16 Lavado por Barrido Superior	35
Figura 17 Lavado por Barrido Inferior.....	36
Figura 18 Pantalla de Control Programable	37
Figura 19 Valores Limites Del Perneado	38





ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Paradas de Manufactura.....	10
Tabla 2 Análisis de la Realidad Problemática.....	13
Tabla 3 Parámetros de Control Ingreso a la Cisterna.....	18
Tabla 4 Parámetros de Control de Filtros de Arena y Ultrafiltración.....	19
Tabla 5 Parámetros de Control del Filtro Carbón.....	20
Tabla 6 Análisis de los Cinco Por Qué.....	21
Tabla 7 Resultados de Control de Fuentes de Abastecimiento.....	23
Tabla 8 Resultados de Control de Ingreso al Tanque Rector.....	25
Tabla 9 Análisis de Ingreso Agua a la Unidad de Ultrafiltración.....	30
Tabla 10 Datos de Operación de Ultrafiltración.....	31
Tabla 11 Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad.....	41
Tabla 12 Especificaciones del Agua Tratada.....	43





ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Pareto de Paradas de Manufactura	9
Gráfico 2 Diseño del Tanque Reactor	24





ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Formato Control y Monitoreo de Tratamiento de Agua	50
Anexo 2 Control y Monitoreo de Filtración.....	51





CAPÍTULO I

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

Planta Cusco de Arca Continental Lindley, conocida en 1950 como Industrial Cusco, obtuvo autorización de The Coca Cola Company para producir y comercializar Coca Cola 255 ml hasta la fusión con Negociación Sur Peruana S.A., con sede en Arequipa, el cual amplía su portafolio de Fanta, Sprite y Nectarín este último de marca propia. En 1998 Embotelladora Latinoamericana S.A., con sede en Lima, adquiere los derechos, acciones y patentes de Negociación Sur Peruana S.A.

José R. Lindley e Hijos S.A., se constituyó por escritura pública del 3 de noviembre de 1928, asumiendo las actividades que desarrollaba fábrica de aguas gaseosas “La Santa Rosa de José R. Lindley e Hijos S.A.”

Corporación José R. Lindley S.A. (CJRL) en el año 1999 celebró acuerdos comerciales con The Coca Cola Company ingresando a formar parte del sistema mundial de Coca Cola. En el año 2004, el mercado de bebidas en el Perú era atendido por Embotelladora Latinoamericana S.A. (ELSA) y por CJRL.

Corporación José R. Lindley S.A. por Junta de Accionistas del 19 de setiembre de 2005, acordó absorber por fusión a las sociedades: Embotelladora Latinoamericana S.A. (ELSA); EPSA; Sociedad de Cartera del Pacífico (SOCAP); y Sociedad de Inversiones de José R. Lindley (SIJRL).





Figura 1
Historia de la Planta Cusco



Fuente: (Arca Continental, 2020)

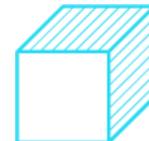
1.2. PERFIL DE LA EMPRESA

Corporación Lindley, hoy Arca Continental Lindley es una empresa símbolo de la industria de bebidas gasificadas no alcohólicas y creadora de la marca Inca Kola.

Arca Continental Lindley siendo subsidiaria de Arca Continental S.A.B., de C.V., cuenta en la actualidad con seis plantas a nivel nacional, tanto en Lima, Pucusana y Zarate como Trujillo, Iquitos, Arequipa y Cusco y viene a ser la embotelladora y distribuidora exclusiva de las marcas de The Coca-Cola Company en el Perú.

Arca Continental, es el segundo embotellador de Coca-Cola más grande de América Latina y uno de los más importantes del mundo. En su franquicia de Coca-Cola, la empresa tiende operaciones en la región norte y occidente de México, así como en Ecuador, Perú, en la región norte de Argentina y en la región suroeste de Estados Unidos.





Arca Continental S.A.B. de C.V., es una empresa de origen mexicano dedicada a la producción, distribución y venta de bebidas de las marcas propiedad de The Coca-Cola Company, así como de botanas saladas bajo las marcas Bokados en México, Inalecsa en Ecuador, y Wise y Deep River en los Estados Unidos de América. (Arca Continental, 2020)

1.3. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA

Teniendo operaciones en la región sudamericana como en Ecuador, Perú y norte de Argentina en la región norte y occidente de México y por último en el suroeste de Estados Unidos, se llegó a la fusión de misión y visión donde se detalla a continuación.

1.3.1. Misión

Ser líderes en todas las ocasiones de consumo de bebidas y alimentos en los mercados donde participemos, de forma rentable y sustentable. (Arca Continental, 2020)

1.3.2. Visión

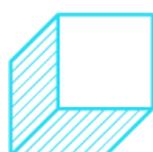
Generar el máximo valor para nuestros clientes, colaboradores, comunidades y accionistas, satisfaciendo en todo momento y con excelencia las expectativas de nuestros consumidores. (Arca Continental, 2020)

1.3.3. Objetivo

Mantenerse líder en el mercado de bebidas no alcohólicas, a través de una estrategia multimarca y multiproducto.

Su portafolio de bebidas busca satisfacer la demanda de todo tipo de consumidor a precios competitivos.

Arca Continental Lindley se caracteriza por los diversos productos que saca al mercado, teniendo como objetivo destacarse como una marca muy reconocida en lo que se refiere a bebidas gaseosas.





Busca optimizar la cobertura geográfica, de tal manera que sus productos estén disponibles en todo momento, lugar y ocasión.

1.4. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

El representante de Planta Cusco es el jefe de planta, el cual gestiona y organiza al equipo, gestiona los recursos necesarios para la continuidad de las operaciones y representa a la alta dirección.

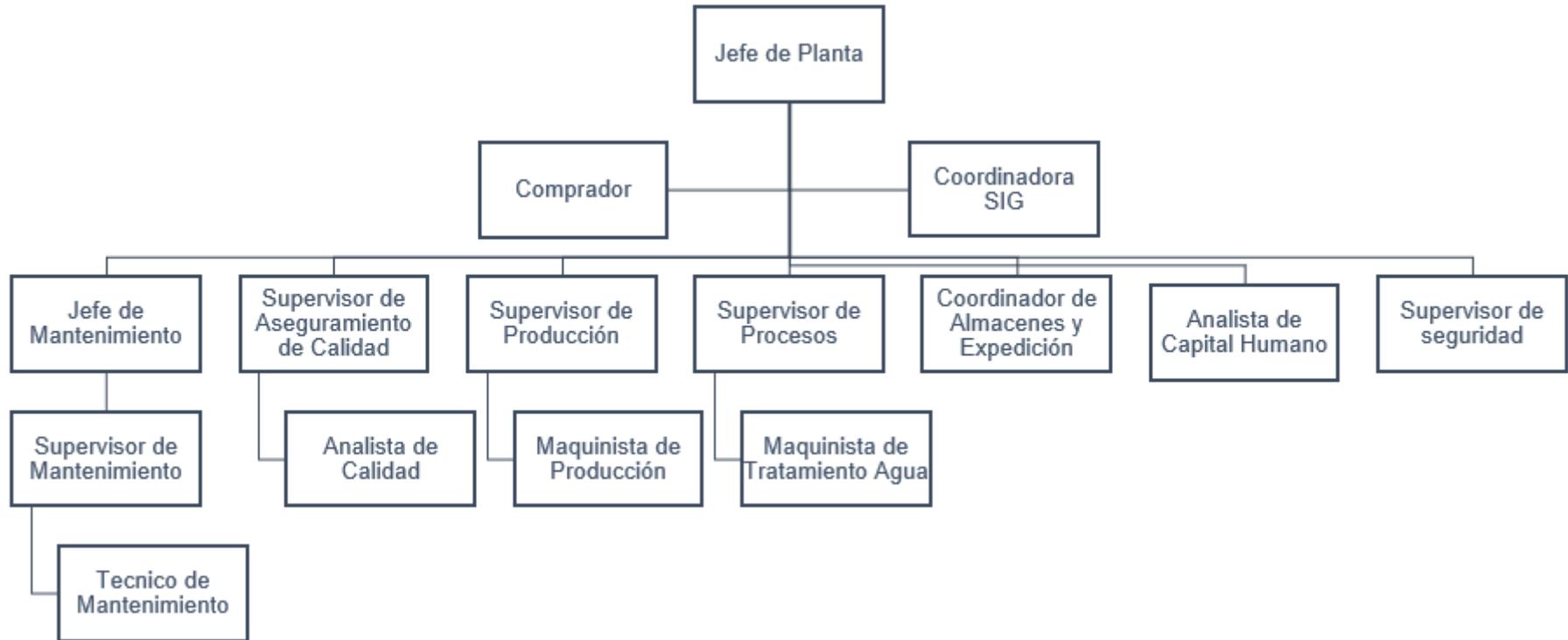
Los jefes de área y dueños de proceso son los responsables en la verificación, monitoreo del personal y en el cumplimiento en cada etapa de la cadena de valor.

Maquinistas, técnicos y operarios encargados en la ejecución, control y monitoreo de las unidades de proceso en toda la cadena de productiva.





Figura 2
Organigrama de la Planta Cusco



Fuente propia: (Pizarro Flores, 2021)





1.4.1. Mapa de procesos

La planificación estratégica es un proceso sistemático de desarrollo e implementación de planes para alcanzar propósitos u objetivos, básicamente, un plan de actuación o de acción constante que define los objetivos a conseguir dentro de la empresa, ya sea a mediano, largo o corto plazo.

Figura 3

Mapa de Procesos del Sistema Integrado de Gestión

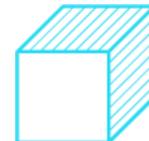


Fuente: (AC Lindley, 2021)

1.4.2. Procesos estratégicos

Es el proceso el cual está encargado de la identificación de los factores externos e internos que son pertinentes para su propósito y su dirección estratégica, y que afectan su capacidad para lograr los resultados previstos del sistema integrado de gestión para asegurar la satisfacción de sus necesidades y expectativas e implementando las acciones necesarias a fin de alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de los procesos, la actualización de la información y mejora de





desempeño de inocuidad, calidad, ambiental y de seguridad y salud ocupacional. (AC Lindley, 2021)

1.4.3. Procesos operativos

La planificación de los procesos de compras, recepción y almacenamiento, manufactura (tratamiento de agua, elaboración de jarabes, y envasado) y la distribución primaria hacia los centros de Distribución Autorizados (CDAs) basados en la demanda del cliente, para que posteriormente el producto se entregue al punto de venta.

La planificación, consolida la información de inventarios, producción en proceso, disponibilidad de líneas y recursos en general, estableciendo planes de producción mensuales, con ajustes semanales y diarios.

En cada una de estas etapas de la planificación, la organización se asegura que cuenta con los recursos y medios necesarios con la finalidad que el producto esté disponible en cantidad, tiempo y calidad suficientes para satisfacer los requisitos del cliente.

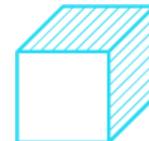
1.4.4. Procesos de apoyo

Conformados por la gestión de la calidad e inocuidad, mantenimiento, mejora continua, seguridad y salud ocupacional.

El proceso de aseguramiento de la calidad asegura mediante el control y el monitoreo, el cumplimiento las características de calidad e inocuidad del producto y de las especificaciones técnicas y criterios de aceptación establecidos.

El área de mantenimiento es la encargada de la Infraestructura y equipos necesarios para asegurar la conformidad con los requisitos de los productos; se determinan, proporcionan, controlan y mantienen, teniendo en cuenta además los requerimientos de inocuidad alimentaria, control ambiental y de seguridad y salud en el trabajo.





La Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional, SSO, tiene la finalidad de minimizar los riesgos de seguridad y salud en el trabajo para evitar accidentes laborales.

1.5. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA

La principal actividad es la elaboración, embotellamiento, distribución y venta de bebidas no alcohólicas, aguas gasificadas y agua de mesa.

El proceso de manufactura ejecuta y controla los sub procesos de tratamiento de agua, elaboración de jarabes, y envasado, asegurando la implementación apropiada del proceso.

- Desarrollando y cumpliendo las especificaciones técnicas que describen las características de los productos intermedios y finales.
- Desarrollando y cumpliendo la documentación estandarizada de procedimientos, instrucciones y métodos.
- Utilizando equipos apropiados.
- Realizando el control y monitoreo, así como las pruebas de confirmación para la liberación de los productos.
- Aplicando medidas de control ambientales, así como las de seguridad y Salud en el Trabajo.

Figura 4

Proceso de Manufactura



Fuente propia: (Pizarro Flores, 2021)





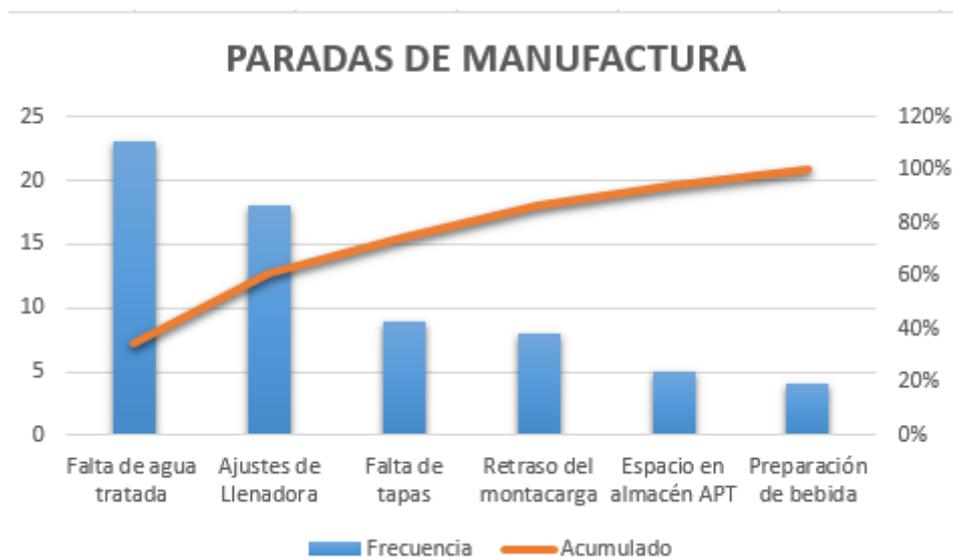
El proceso de manufactura genera desabastecimiento del proceso de almacenamiento y expedición de producto terminado en la Planta Cusco, esto se debe al incumplimiento del programa de producción ocasionado por las constantes paradas del área de envasado y el área de tratamiento de agua, siendo las principales paradas según gráfico 1.

1.5.1. Diagrama de Pareto

Es una gráfica de barras que representa el número de veces en que han ocurrido ciertos hechos como la falta de agua, ajustes en la llenadora, falta de tapas, retraso del montacargas, falta de espacio en almacén y el retraso en la preparación de bebida, el cual al ordenarlos de mayor a menor frecuencia tenemos a siguiente representación.

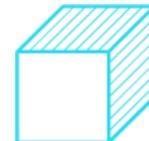
Gráfico 1

Pareto de Paradas de Manufactura



Fuente propia: (Pizarro Flores, 2021)





CAPÍTULO II

REALIDAD PROBLEMÁTICA

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

De acuerdo al diagrama de Pareto, la mayor cantidad de paradas se debe a la falta de agua tratada procedente de tratamiento de agua.

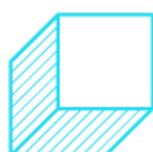
Tabla 1
Paradas de Manufactura

PARADAS DE PRODUCCIÓN ENVASADO	FRECUENCIA SEMANAL	% DE PARADAS
Falta de agua tratada	23	34%
Ajustes de Llenadora	18	27%
Falta de tapas	9	13%
Retraso del montacargas	8	12%
Espacio en almacén APT	5	7%
Preparación de bebida	4	6%
TOTAL, DE HORAS	67	100%

Fuente propia: (Pizarro Flores, 2021)

2.1.1. Análisis causa efecto

Esta herramienta es conocida también como “Diagrama de Ishikawa” o “Espina de pescado”, por su aspecto gráfico. Nos ayuda a identificar las causas de la falta de agua para proceso procedente del sistema de tratamiento de agua y las relaciones entre ellas.





En el diagrama el problema de la falta de agua que se desea analizar, se representa en una caja y las causas y sub causas posibles se representan a través de flechas tomando en consideración los seis factores causales:

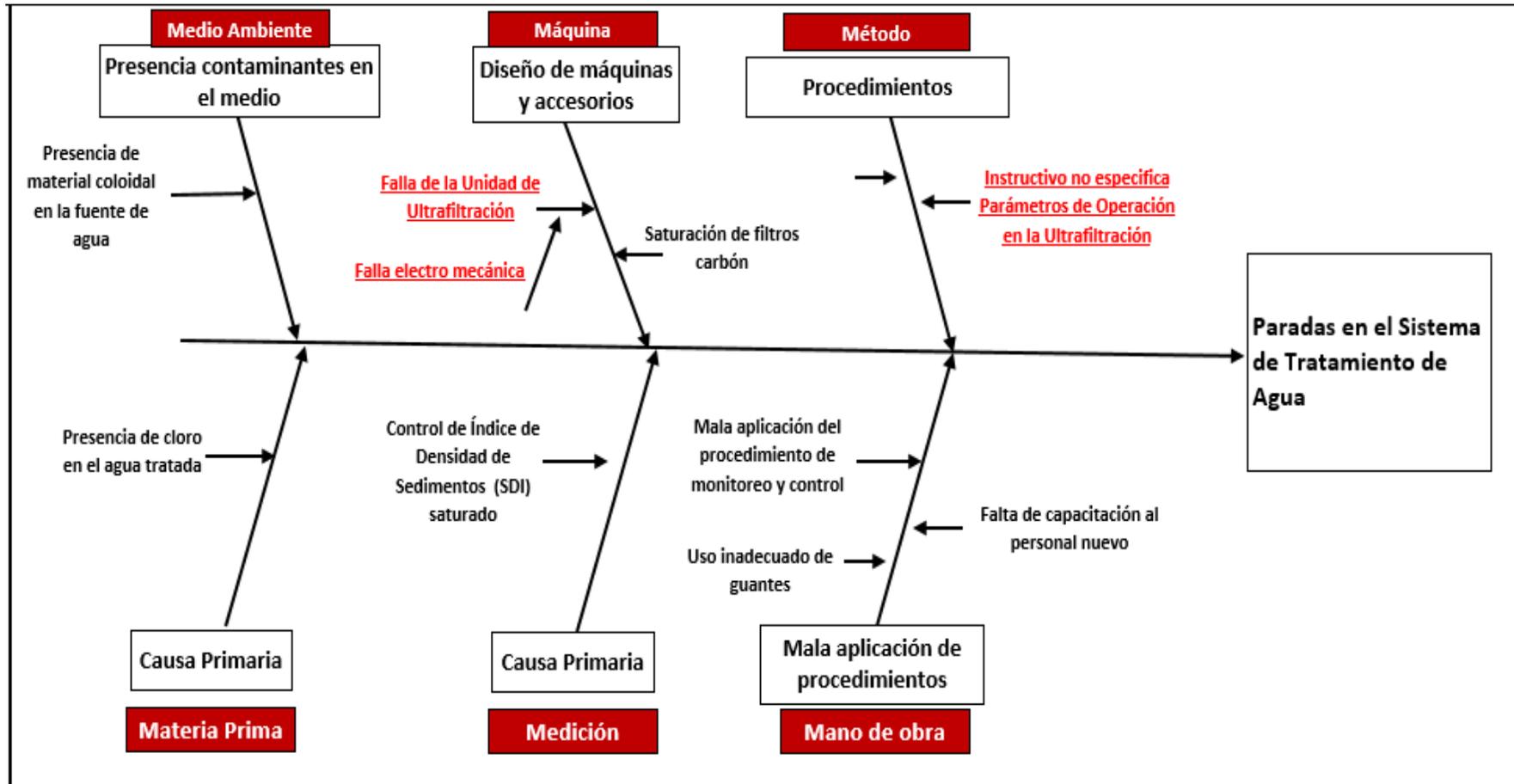
- Métodos: Procedimientos que se usan en las que se realizan.
- Mano De Obra: Personas que realizan las actividades.
- Materia Prima: Materiales que se usan en los procesos.
- Medición: Instrumentos empleados para evaluar procesos y productos.
- Medio Ambiente: Condiciones del lugar de trabajo.
- Maquinaria y Equipo: Los equipos y periféricos usados en los procesos.

Al utilizar el diagrama de causa efecto se identificó las siguientes causas:





Figura 5
Diagrama Causa Efecto



Fuente propia: (Pizarro Flores, 2021)





2.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Tabla 2
Análisis de la Realidad Problemática

CAUSA PRIMARIA	CAUSA SECUNDARIA	CAUSA TERCIARIA	CAUSA CUARTA	CAUSA QUINTA	CAUSA SEXTA	CAUSA FUNDAMENTAL
Paradas en el Sistema de tratamiento de Agua	Saturación de los filtros carbón (Cloro residual mayor a 0.1 PPM)	Falla en la unidad de Ultrafiltración	Bloqueo de la unidad de Ultrafiltración	Personal no aplica adecuadamente los Procedimientos	Personal no tiene una capacitación adecuada en el procedimiento de Ultrafiltración	Personal no tiene una capacitación adecuada en el procedimiento de Ultrafiltración.
			Falla electromecánica	Saturación de Índice de sedimentos (SDI)	Instructivo no especifica parámetros de control y operación de Ultrafiltración.	Instructivo no especifica parámetros de control y operación de Ultrafiltración.

Fuente propia: (Pizarro Flores, 2021)





2.3. OBJETIVO DEL PROYECTO

2.3.1. Objetivo general

Implementar el control y monitoreo de la unidad de Ultrafiltración del sistema de tratamiento de agua de Arca Continental Lindley Planta Cusco.

2.3.2. Objetivos específicos

- Establecer parámetros de control y operación para la unidad de ultrafiltración.
- Capacitar al personal de procesos en el procedimiento de la unidad de ultrafiltración.

2.3.3. Procedimiento de control y monitoreo de procesos

Propósito

Mantener los parámetros dentro de las especificaciones, asegurando que los procesos entreguen permanentemente producto dentro de especificaciones.

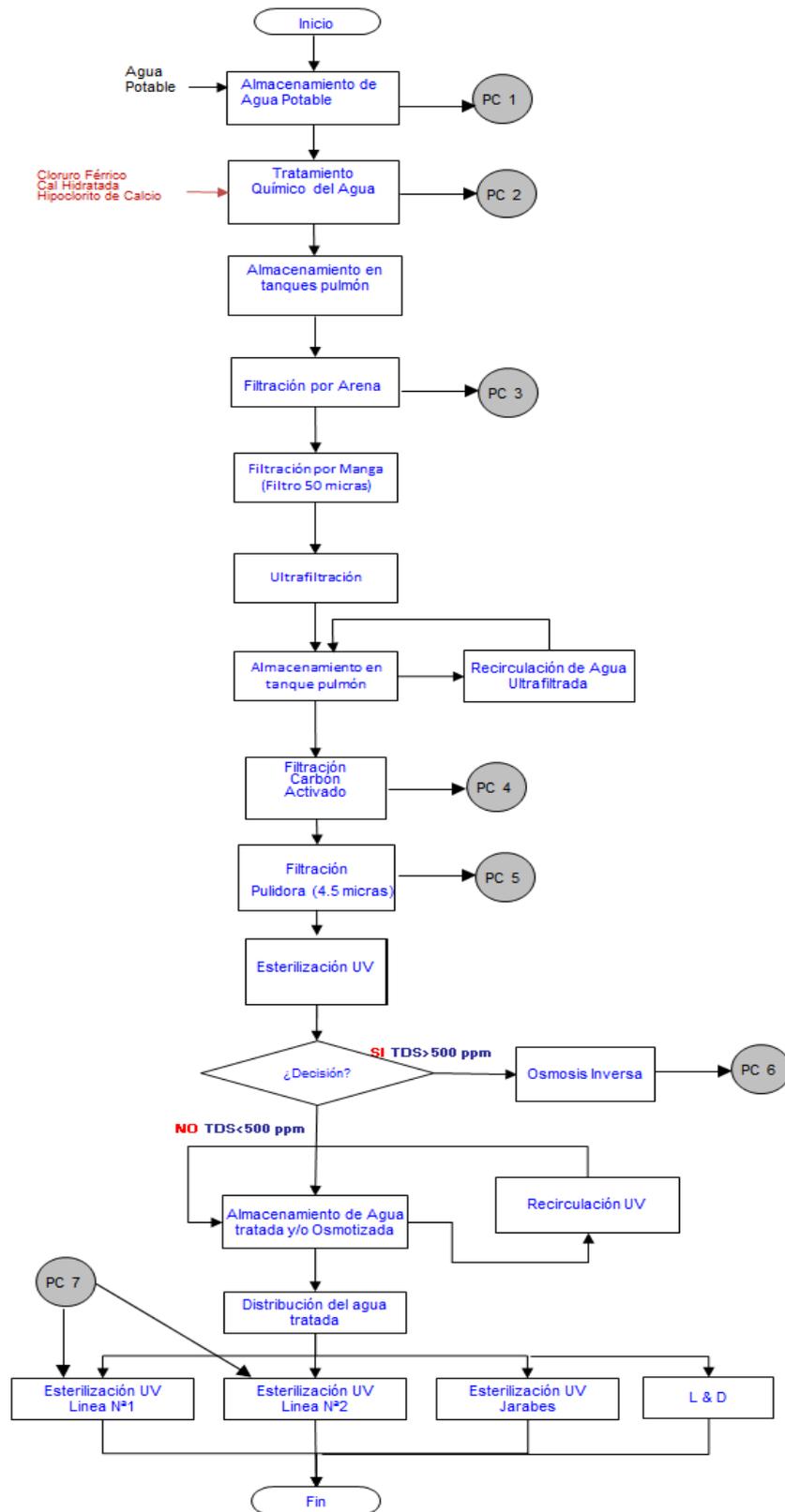
Alcance

Desde la recepción de agua potable hasta la culminación como agua para proceso.





Figura 6
Diagrama de Tratamiento de Agua



Fuente: (Arca Continental, 2020)





2.3.4. Especificaciones para tratamiento de agua

Tabla 3

Parámetros de Control Ingreso a la Cisterna

PC	UBICACIÓN	PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN	LÍMITES DE CONTROL	FRECUENCIA DE MUESTREO	RESPONSABLE	REGISTRO
1	Ingreso a Cisterna "A"	Apariencia	Libre de Turbidez	Libre de Turbidez	Cada 04 Horas	Procesos	Control de Tratamiento de Agua
		Alcalinidad P	-----	-----	Cada 04 Horas	Procesos	
		Alcalinidad M	< 250 mg/l	< 250 mg/l	Cada 04 Horas	Procesos	
		Sabor / Olor	Ningún Olor	Ningún Olor	Cada 04 Horas	Procesos	
		Cloro Residual	0.2 – 2.0	-----	Cada 04 Horas	Procesos	
		STD	< 500 mg/l	-----	Cada 04 Horas	Procesos	
		Turbidez	-----	-----	Cada 04 Horas	Procesos	
		Dureza Total	< 500 mg/l	-----	Cada 04 Horas	Procesos	
	Microbiología: - Coliformes - RMAMV	00 / 100 ml < 500 / ml	00 / 100 ml < 500 / ml	Semanal	Aseguramiento de la Calidad	Control Microbiológico	

Fuente: (Arca Continental, 2020)

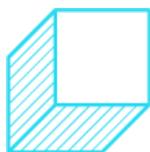




Tabla 4

Parámetros de Control de Filtros de Arena y Ultrafiltración

PC	UBICACIÓN	PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN	LÍMITES DE CONTROL	FRECUENCIA DE MUESTREO	RESPONSABLE	REGISTRO
2	Tanque Reactor	Porcentaje Floccs	7 – 20 %	7 - 20 %	Diario	Procesos	Control de Tratamiento de Agua
		Flujo de agua	-----	-----	Semanal	Procesos	
3	Descarga del Filtro de Arena y Ultrafiltración	Turbidez	< 0.3 NTU	< 0.3 NTU	Cada 04 Horas	Procesos	Control de Tratamiento de Agua
		Cloro libre	1 – 3 mg/l	1 – 3 mg/l	Cada 02 Horas	Procesos	
		Alcalinidad P	> 0.0 mg/l	-----	Cada 02 Horas	Procesos	
		Alcalinidad M	< 85 mg/l	< 85 mg/l	Cada 02 Horas	Procesos	
		Apariencia	Libre de Turbidez	Libre de Turbidez	Cada 04 Horas	Procesos	
		Olor	Ningún Olor	Ningún Olor	Cada 04 Horas	Procesos	
		PH	> 4.5	> 4.5	Cada 04 Horas	Procesos	

Fuente: (Arca Continental, 2020)



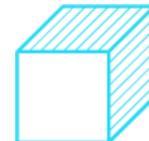


Tabla 5
Parámetros de Control del Filtro Carbón

PC	UBICACIÓN	PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN	LÍMITES DE CONTROL	FRECUENCIA DE MUESTREO	RESPONSABLE	REGISTRO	
4	Descarga del Filtro de Carbón	Apariencia	Normal	Normal	Cada 04 Horas	Procesos	Control de Tratamiento de Agua	
		Alcalinidad M	< 85 mg/l	< 85 mg/l	Cada 04 Horas	Procesos		
		Cloro Total	0.0 mg/l	0.0 mg/l	Cada 04 Horas	Procesos		
		Sabor / Olor	Ninguno	Ninguno	Cada 04 Horas	Aseguramiento de la Calidad	Control de sabor y olor	
		Trihalometanos	< 80 ppb	< 80 ppb	Requerido por la División	Aseguramiento de la Calidad	Informe	
		Fierro	< 0.1 mg/l	< 0.1 mg/l	Diario	Procesos	Control de Tratamiento de Agua	
		Turbidez	< 0.3 NTU	< 0.3 NTU	Cada 04 Horas	Procesos		
		Cloruros	< 250 mg/l	< 250 mg/l	Diario	Procesos		
		Sólidos Totales Disueltos	< 500 mg/L	< 500 mg/L	Cada 04 Horas	Procesos		
		Bromato	< 10 ppb	< 10 ppb	A solicitud de CCSP	Aseguramiento de la Calidad	Informe	
		Microbiología:			Semanal	Aseguramiento de la Calidad	Control Microbiológico	
		- Coliformes	00 / 100 ml	00 / 100 ml	Semanal			
		- RMAMV	< 25 / ml	< 25 / ml	Mensual			

Fuente: (Arca Continental, 2020)





CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO

Tabla 6
Análisis de los Cinco Por Qué

PLAN DE ACCIÓN				
Causa	¿Qué hacer?	¿Cómo?	¿Quién?	¿Por qué?
Personal no tiene una capacitación adecuada en el procedimiento de Ultrafiltración	Capacitar al personal de Procesos en el procedimiento de la unidad de Ultrafiltración	Capacitando y acompañando al personal	M. Pizarro	Para asegurar el correcto funcionamiento de unidad de Ultrafiltración
Instructivo no especifica parámetros de control y operación de Ultra filtración	Establecer parámetros de control y operación de la Unidad de Ultrafiltración	Estandarizando para metros de control y operación a través de POE (Procedimiento Operacional Estándar)	M. Pizarro	Para asegurar el correcto funcionamiento de unidad de Ultrafiltración

Fuente propia: (Pizarro Flores, 2021)

3.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Fuentes de abastecimiento

Planta Cusco tiene dos fuentes de abastecimiento de agua, provienen de las fuentes hídricas de Piuray y Vilcanota.





Fuente Piuray, de origen de una laguna del mismo nombre, y se caracteriza por tener bajos sólidos totales disueltos (TDS) y la de Vilcanota proveniente del río del mismo nombre, presenta valores más altos que las de Piuray existiendo variación a lo largo del día en esta fuente, generalmente por las mañanas presenta bajo TDS y luego por la tarde se incrementa.

La turbidez promedio es de 2.15 NTU, presentó un mínimo de 0.80 NTU y un máximo de 2.92 NTU. En cuanto al pH, ambas fuentes mantienen un valor entre 7.33 y 7.58.

La fuente Vilcanota es de alto TDS en comparación a la de Piuray, presenta valores de TDS entre 351 y 864 mg/l.





Tabla 7

Resultados de Control de Fuentes de Abastecimiento

CONTROL DE PARÁMETROS DE LAS FUENTES DE AGUA¹						
Hora	Fuente Piuray			Fuente Vilcanota		
	TDS	pH	Turbidez	TDS	pH	Turbidez
6:00	248	7.53	2.7	645	7.48	1.51
8:00	248	7.53	2.1	597	7.42	1.7
10:00	249	7.53	2.8	749	7.46	0.9
12:00	252	7.51	2.92	792	7.48	0.83
14:00	590	7.44	1.98	864	7.49	1.18
16:00	730	7.44	1.02	810	7.46	0.9
18:00	-	-	-	-	-	-
20:00	630	7.41	0.8	710	7.43	0.73
22:00	-	-	-	496	7.47	1.4
0:00	-	-	-	406	7.41	2.01
2:00	-	-	-	-	-	-
4:00	-	-	-	351	7.53	2.61
6:00	248	7.2	1.51	657	7.32	1.42
8:00	250	7.33	1.99	717	7.3	1.55
10:00	247	7.52	1.67	745	7.41	0.88
12:00	249	7.58	1.42	786	7.45	0.53

Fuente propia: (Pizarro Flores, 2021)

¹ Se borró fuente por TDS fuera de especificación.





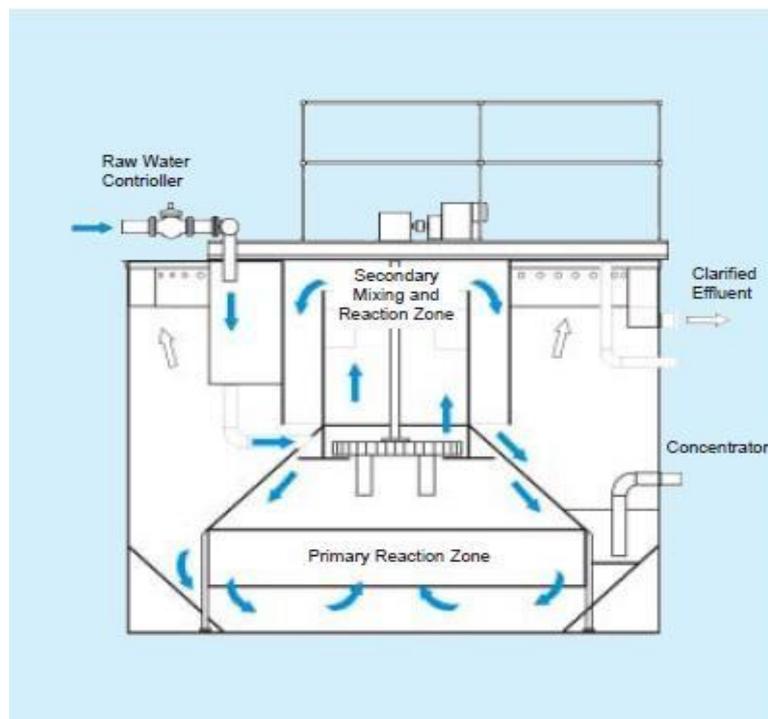
El agua proveniente de las es almacenada en una cisterna de concreto. Desde allí dos bombas de succión reguladas por presión, suministran el agua cruda hacia el tanque reactor teniendo los siguientes resultados:

3.2.2. Tratamiento químico del agua

Comienza desde el abastecimiento de agua al tanque reactor por el proceso de coagulación – floculación, esta operación se efectúa en unidades y tanques de mezcla rápida (Tanque Reactor), en los cuales el agua se somete a agitación muy intensa para formar una solución homogénea de los coagulantes con el agua en el menor tiempo posible.

Gráfico 2

Diseño del Tanque Reactor



Fuente propia: (Pizarro Flores, 2021)

El TDS de alimentación a los tanques reactores osciló entre 429 y 462 mg/l. La alcalinidad total osciló entre 92 y 105 mg/l como CaCO_3 , La alcalinidad total promedio de ingreso fue de 98.75 mg/l como CaCO_3





La dureza total osciló entre 250 y 330 mg/l, un promedio de 280 mg/l como CaCO₃.

Tabla 8

Resultados de Control de Ingreso al Tanque Rector

CONTROL DE ALIMENTACIÓN AL TANQUE REACTOR²				
Hora	<u>Alcalinidad M</u>	<u>TDS</u>	<u>Dureza Total</u>	<u>pH</u>
6:20	104	462	260	7.58
10:09	95	425	2740	7.55
14:10	101	460	290	7.59
18:00	100	440	290	7.61
22:00	92	424	280	7.63
2:00	93	428	70	7.62
6:00	100	445	250	7.6
10:00	105	442	330	7.54

Fuente propia: (Pizarro Flores, 2021)

² Unidad de medición mg/L.





Figura 7
Medición De Floccs Del Tanque Reactor



Fuente propia: (Pizarro Flores, 2021)

Figura 8
Resultados del Porcentaje de Floccs³



Fuente propia: (Pizarro Flores, 2021)

³ Se refiere del análisis en laboratorio de tratamiento de agua.





Todos los análisis realizados se encuentran dentro de las especificaciones.

Figura 9

Laboratorio de Tratamiento de Agua



Fuente propia: (Pizarro Flores, 2021)

El tratamiento se basa en la filtración con arena, ultrafiltración y carbón activado.

3.2.3. Unidad de ultrafiltración

La unidad de ultrafiltración consiste en varios tubos de filtración verticales, los cuales están instalados en dos filas paralelas en un bastidor

La ultrafiltración con las membranas de fibra hueca (hollow fibre), convierte en permeado o filtrado, toda el agua proveniente de los filtros de arena, ya que toda el agua pasa por la membrana.

La filtración se realiza en dos direcciones: Del fondo a la parte superior y de la parte superior al fondo.





Cada dirección comprende un ciclo que se ejecuta alternadamente, es decir que una vez se completa un ciclo de operación del fondo a la parte superior, luego inicia el ciclo de operación de la parte superior al fondo y así sucesivamente.

Figura 10
Ciclo de Filtración de UF



Fuente propia: (Pizarro Flores, 2021)

Un ciclo típico de ultrafiltración consiste en los siguientes pasos:

a. Ciclo de la parte superior al fondo

- Filtración de la parte superior al fondo del módulo
- Enjuague de barrido de la parte superior al fondo.
- Retrolavado de la parte superior al fondo.
- Enjuague de barrido de la parte superior al fondo.

b. Ciclo del fondo a la parte superior del módulo

- Filtración del fondo a la parte superior del módulo





- Enjuague de barrido del fondo a la parte superior del módulo.
- Retrolavado del fondo a la parte superior del módulo.
- Enjuague de barrido del fondo a la parte superior del módulo.

El modo de operación de la unidad de ultrafiltración consiste en mantener el flujo constante. Cualquier cambio en el flux a través de la membrana en producción de permeado.

Figura 11

Unidad de Ultrafiltración Planta Cusco



Fuente propia: (Pizarro Flores, 2021)



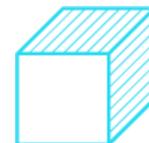


Tabla 9

Análisis de Ingreso Agua a la Unidad de Ultrafiltración

AGUA DE INGRESO A LA UNIDAD ULTRAFILTRACIÓN			
Parámetro	Concentración	Promedio	Valor min. Y máx.
Turbiedad	NTU	1,01	0,34-1,98
TDS	[mg/l]	440	350 – 500
Cloro	[mg/l]	1,89	0,17 -2,3
Hierro	[mg/l]	0,09	0,01 – 0,2
pH	[-]	7,53	4,8 - 9,7
Temperatura	[°C]	15	<40°C
Conductividad	[μS/cm]	-	-

Fuente propia: (Pizarro Flores, 2021)

3.2.4. Condiciones de operación de ultrafiltración

La sobrepresión del agua en la operación es controlada y regulada de acuerdo a los datos de operación.

Las presiones que se indican, temperaturas, rangos de pH y los parámetros de operación son registrados en el diario de operación continuamente.



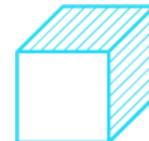


Tabla 10
Datos de Operación de Ultrafiltración

UNIDAD DE MEMBRANAS	
Diseño	Una etapa
Capacidad de permeado	50 m ³ /h
Presión de operación	1,5 bar
Flux	89,3 l/(m ² h)
Temperatura máx. de operación	40 °C
Presión requerida para el aire de control	6 bar

Fuente: (Chriwa, 2021)

En el modo de filtración, el agua proveniente de los filtros de Arena es forzada a través de la membrana de ultrafiltración desde el lado de alimentación al lado de filtrado. Los contaminantes en el agua, los cuales son bloqueados por la superficie filtrante, se acumulan en la superficie interna de los capilares de membrana.

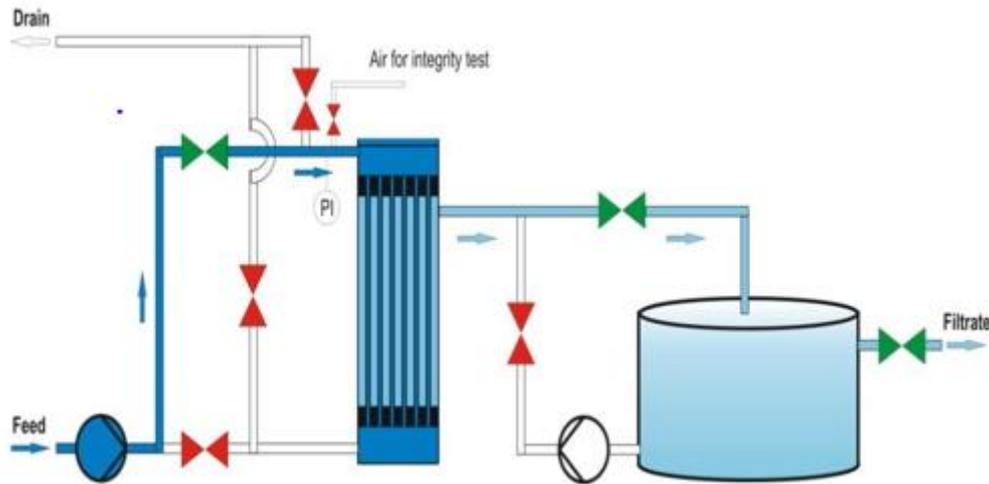
El filtrado fluye hacia el tanque de filtrado, el cual almacena el agua de retro lavado y el agua que es enviada para continuar otros procesos o para consumo.

Los diagramas que se muestran a continuación muestran los dos modos de operación, filtración superior y filtración inferior, sin salida.



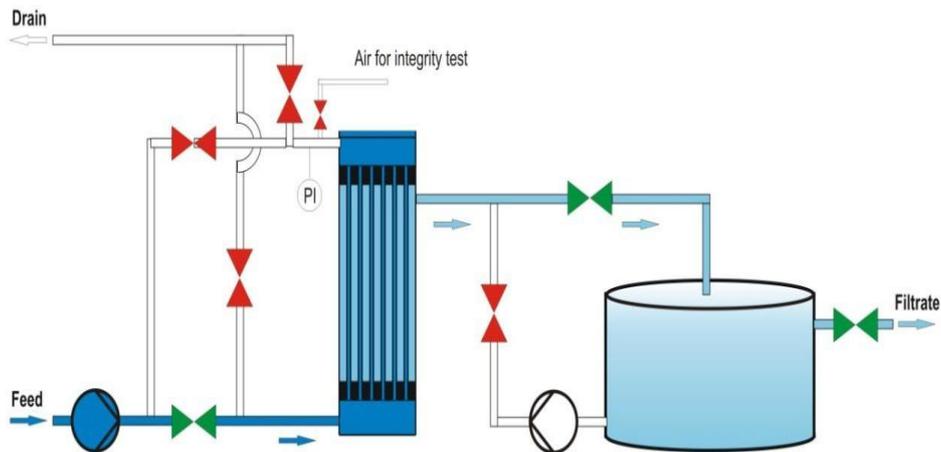


Figura 12
Modo de Filtración Superior



Fuente: (Chriwa, 2021)

Figura 13
Modo de Filtración Inferior

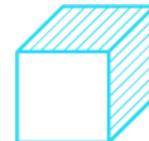


Fuente: (Chriwa, 2021)

Las tasas de flux normales se encuentran generalmente en el rango entre 60-140 l/mh.

Dependiendo de los resultados de análisis del tanque reactor, la calidad del agua cruda, el tiempo de filtración, antes de efectuar un retrolavado, puede estar entre 30 y 120 minutos. Durante el proceso de filtración, la materia coloidal se va acumulando en la superficie de la membrana y





forma una película superficial que trae como consecuencia un aumento de la presión transmembrana.

El agua requerida para realizar los retrolavados se obtiene del tanque de agua filtrada y se lleva desde el lado del filtrado usando la bomba de retrolavado. El agua pasa en dirección contraria a aquella del modo Filtración y remueve la capa de incrustaciones. El agua de retrolavado se enjuaga fuera de los capilares y se canaliza desde el módulo de conexión de entrada hacia el drenaje.

El agua de retrolavado debe estar libre de sustancias abrasivas o partículas que puedan bloquear la membrana, la calidad del agua de retrolavado debe ser mínimo la del agua filtrada por la ultrafiltración.

La duración de un retrolavado efectivo es de aproximadamente 30-60 segundos dependiendo de la calidad del agua de entrada a la UF, el tipo de ciclo de operación y el tamaño de la instalación.

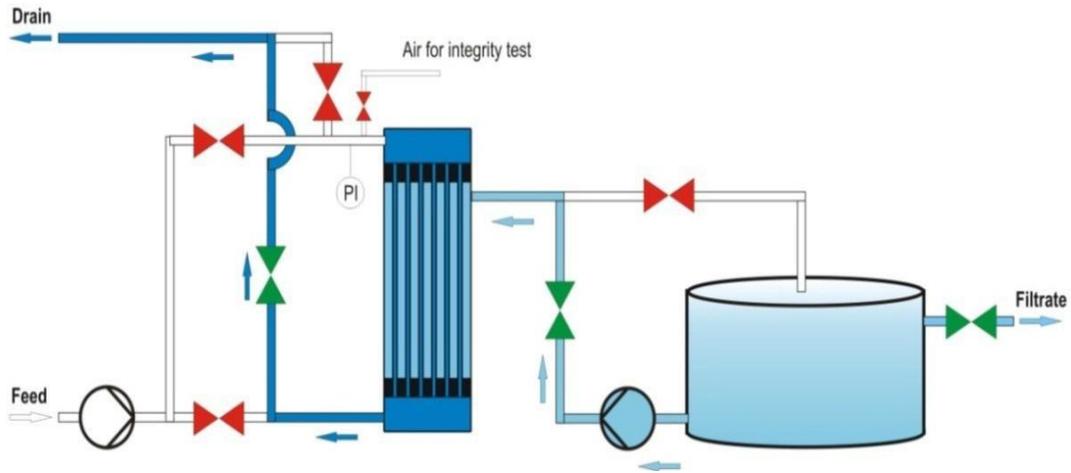
Para asegurar una buena limpieza de las membranas cuando están severamente bloqueadas, es importante mantener una velocidad de flujo constante usando un sistema de control de flujo. Una forma de lograrlo es utilizando una bomba de retrolavado con regulador de frecuencia. (Chriwa, 2016)

Los siguientes diagramas muestran los dos modos de retro lavado “retro lavado superior” y “retro lavado inferior”.





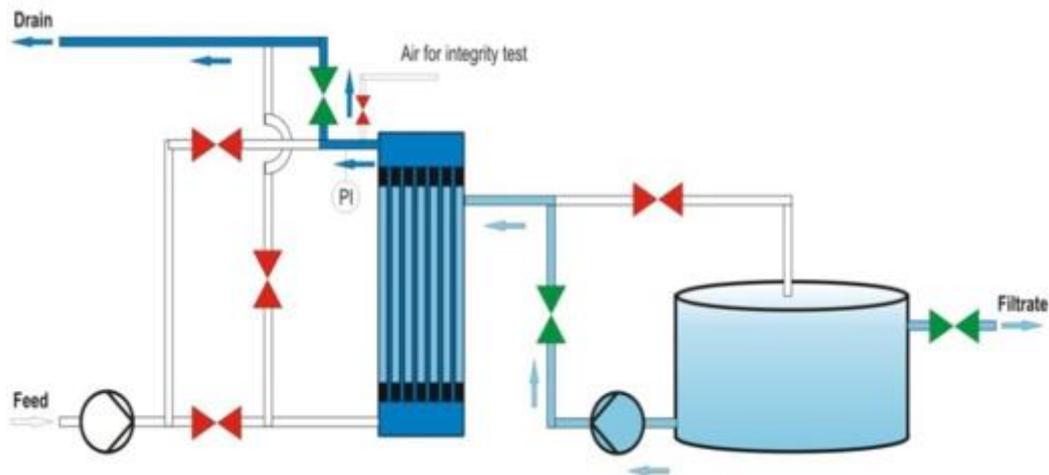
Figura 14
Retro Lavado Superior



Fuente: (Chriwa, 2021)

Retro lavado superior, el agua de retrolavado fluye a través del módulo desde la parte superior a la inferior.

Figura 15
Retro Lavado Inferior



Fuente: (Chriwa, 2021)

Retrolavado inferior, el agua de retrolavado fluye a través del módulo desde la parte inferior a la superior.





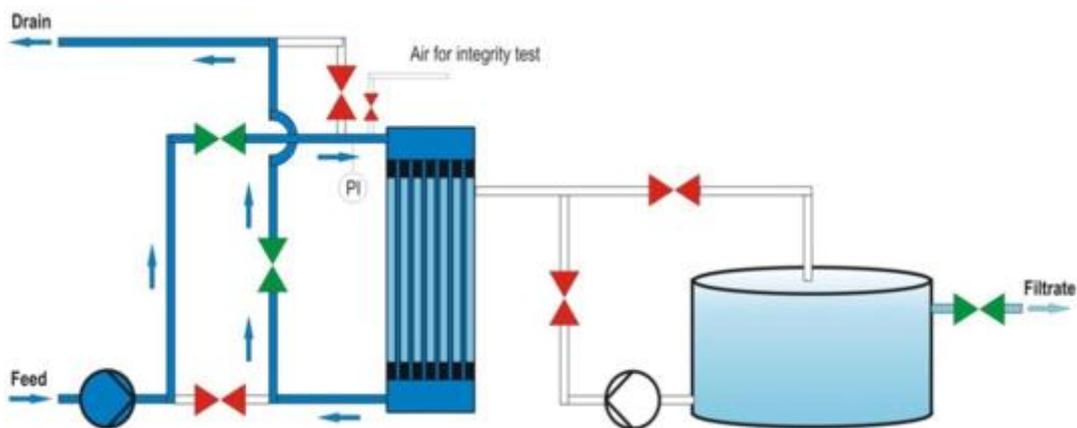
Modo de lavado por barrido v/s parada

Se realiza un lavado por barrido ya sea antes o después del retrolavado. Este lavado permite barrer los sólidos fuera del sistema cuando el agua tiene una alta concentración de partículas, sedimentos o material coloidal esto para asegurar que no quedan residuos después del retrolavado. El lavado se realiza entre 30 segundos y 1 minuto por medio de la bomba empleada en la filtración a una velocidad de flujo equivalente a la tasa del flux de filtración. Por esta razón, la velocidad de flujo se especifica en l/mh.

El Lavado por barrido puede ser realizado desde la parte superior al fondo o viceversa.

Figura 16

Lavado por Barrido Superior



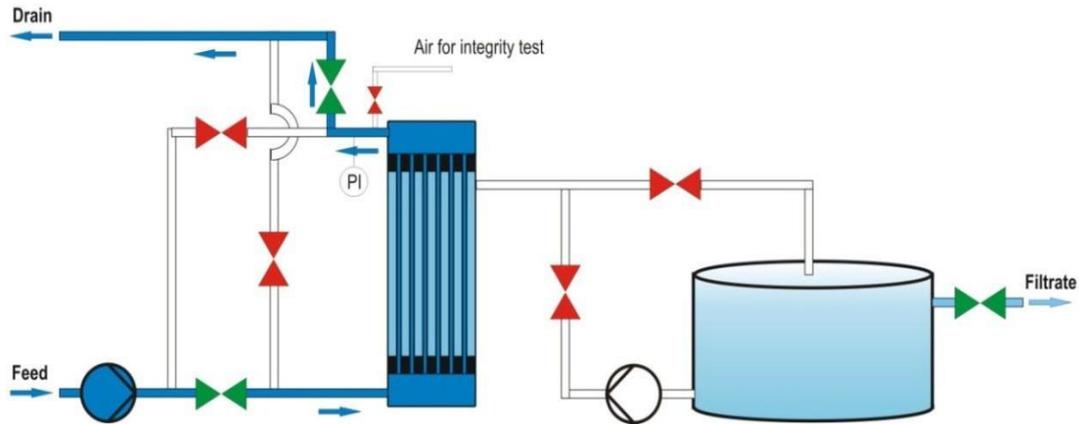
Fuente: (Chriwa, 2021)

Lavado por barrido superior El agua fluye a lo largo de los capilares de membrana. Este método es particularmente efectivo para remover la materia coloidal, especialmente al final de los capilares de las membranas. Se realiza en un tiempo de 20-40 segundos (Chriwa, 2016)





Figura 17
Lavado por Barrido Inferior



Fuente: (Chriwa, 2021)⁴

Lavado por barrido inferior o Forward Flush Bottom (FFB)

Ciclos de operación

Los ciclos de operación se refieren a la secuencia de operaciones comprendidas en una secuencia de operación seguida por una secuencia de limpieza. La secuencia de limpieza incluye al menos un retrolavado, que a su vez puede incluir varios retrolavados o lavados por barrido. En general los módulos son muy flexibles de operar con los diferentes ciclos de operación.

Sistema de control por PLC para cambiar los datos de control

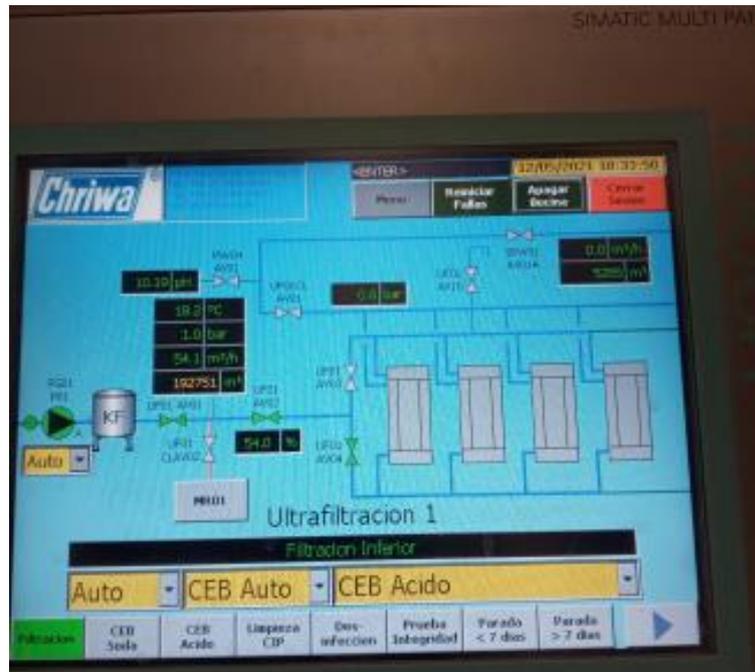
La unidad de membranas de CHRIWA trabaja automáticamente y es controlada por microprocesador de control o con grandes unidades con un PLC (control programable desde la memoria).

⁴ Las figuras 12; 13; 14; 15; 16 y 17 corresponde al Manual de Operación de la unidad de ultrafiltración de Chriwa.





Figura 18
Pantalla de Control Programable



Fuente: (Arca Continental, 2020)

3.3. BASES TEÓRICAS

3.3.1. Conceptos de ultrafiltración

La ultrafiltración utiliza tecnología integrada filtración verticales, los cuales están instalados en dos filas paralelas con las membranas de fibra hueca, toda el agua proveniente de un sistema de filtración convencional pasa por las membranas para purificar el agua de alimentación y elimina eficazmente contaminantes no deseados como sales, arena, sustancias duras, TDS, y en especial material coloidal.

El tamaño de la membrana de la ultrafiltración oscila entre 0.01 y 0.10 micras es por esto que es más eficiente que una filtración convencional. (Chriwa, 2016)

3.3.2. El Flux

El flux es calculado como la velocidad de flujo, usualmente expresado en litros/h, con relación al área de filtración, expresada en m². El área





de filtración es definida por el número de elementos por bastidor de filtración. La unidad de flux es (l/ (m²h)). Dependiendo de la calidad del agua, el flux de diseño es menor a menor calidad del agua o mayor a mejor calidad del agua.

Las tasas de flux varían usualmente en un rango de 60-140 l/ (m²h).

3.3.3. Presión a través de las membranas

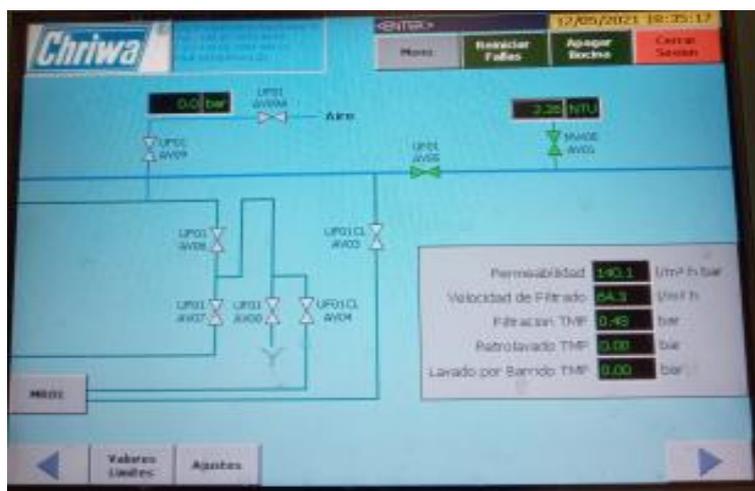
Transmembrane pressure (TMP)

La presión a través de la membrana se relaciona con la diferencia de presión entre el lado de la membrana de la alimentación y la del permeado. Durante el modo de filtración, el agua es filtrada desde el lado de la alimentación de agua.

La TMP relevante es definida como la “TMP de filtración”. Durante el retrolavado el flujo es invertido por ejemplo desde el lado del filtrado hacia el lado de la alimentación.

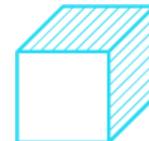
Durante el lavado por barrido (flushing) hacia adelante, el agua pasa a lo largo de la membrana, pero no la penetra. (Chriwa, 2015)

Figura 19
Valores Limites Del Permeado



Fuente: (Arca Continental, 2020)





3.3.4. La permeabilidad

La permeabilidad está definida como la relación entre el flux y TMP. Debido a que la temperatura del agua tiene un impacto considerable en la permeabilidad, esto se requiere tomar en consideración. Usualmente la permeabilidad se refiere a una $T = 20^{\circ}\text{C}$. La unidad de la permeabilidad es $\text{l}/(\text{m}^2\text{hbar})$.

La permeabilidad disminuye con la edad de las membranas. Durante el arranque la permeabilidad es aproximadamente de $700 \text{ l}/(\text{m}^2\text{hbar})$ y luego del inicio disminuye a aprox. $600\text{-}300 \text{ l}/(\text{m}^2\text{hbar})$.

La permeabilidad que está definida después del arranque se denomina permeabilidad de referencia. Si la permeabilidad real disminuye a $100\text{-}150 \text{ l}/(\text{m}^2\text{hbar})$ entonces se requiere de un CIP. Se considera que un CIP es exitoso cuando se alcanza de nuevo un $70\text{-}80\%$ de la permeabilidad de referencia. (Chriwa, 2015)

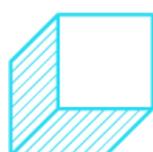
3.3.5. Presión de operación

El agua que fluye a través de las membranas incrementa con alta presión de operación mientras se incrementa la producción de permeado. La presencia de depósitos en las membranas aumenta la presión del sistema y respectivamente con una presión constante en todo el sistema decrece la producción de permeado.

3.3.6. Recuperación

El agua de alimentación es dividida en agua permeada y otra parte como agua de enjuague y limpieza.

El porcentaje de agua alimentada que se obtiene como permeado, es llamado Recuperación. Una recuperación maximizada es deseada pero solo es posible aumentando los intervalos de limpieza, lo cual puede causar depósitos, incrustaciones y bloqueos en la superficie de las membranas. La recuperación, por lo tanto, se define ya sea por la composición del agua de entrada o la optimización del sistema.





3.3.7. Estabilidad de las membranas

En la actualidad se utilizan normalmente membranas compuestas, son membranas filtrantes ultra finas y porosas que son aplicadas sobre bases macro porosas.

El nivel de pH durante la operación es entre 3-10 y la temperatura estable hasta 40 °C. El cloro y otras sustancias oxidantes puedan estar presentes en el agua de entrada hasta cierto valor límite. (Chriwa, 2015)

3.4. BASES NORMATIVAS

3.4.1. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano

DS N° 031-2010-SA. Dirección General de Salud Ambiental Ministerio de Salud.

En el artículo número 62 del reglamento de la calidad del agua para consumo humano establece los parámetros inorgánicos y orgánicos “Toda agua destinada para el consumo humano, no deberá exceder los límites máximos permisibles para los parámetros inorgánicos y orgánicos señalados en el anexo II del presente reglamento” (Digesa, 2021)





Tabla 11

Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA		
PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escalaPt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	mmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL-1	1 000
8. Cloruros	mg Cl - L-1	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ = L-1	250
10. Dureza total	mg CaCO ₃ L-1	500
11. Amoníaco	mg N L-1	1,5
12. Hierro	mg Fe L-1	0,3
13. Manganeso	mg Mn L-1	0,4
14. Aluminio	mg Al L-1	0,2
15. Cobre	mg Cu L-1	2,0
16. Zinc	mg Zn L-1	3,0
17. Sodio	mg Na L-1	200

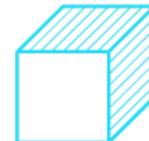
UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: (Digesa, 2021)

De acuerdo a lo establecido se toma en consideración los parámetros de Olor, Sabor, Color, turbiedad, pH, Conductividad, Sólidos Totales Disueltos.





3.4.2. Requisitos de agua tratada

Tratamiento de agua

El sistema de tratamiento de agua aprobado por la unidad de negocio que se haya diseñado y validado para producir agua tratada que cumpla con las especificaciones de: (Requisitos Kore CocaCola, 2020)

- a. Control de la turbidez (partículas coloidales y suspendidas).
- b. Control de microorganismo
- c. Eliminación de compuestos que afecten a los atributos específicos de la fórmula o que causen olor, sabor y color anómalos.
- d. Eliminación de cualquier sustancia orgánica e inorgánica que concierna a la inocuidad de los alimentos.

Verificar que el agua tratada cumpla con las especificaciones de la compañía nivel máximo permisible (NMP) y los requisitos normativos locales respecto del agua potable, de acuerdo con la frecuencia recomendada por las regulaciones locales o las frecuencias definidas por la unidad de negocio. (Requisitos Kore CocaCola, 2020)



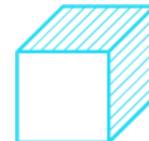


Tabla 12
Especificaciones del Agua Tratada

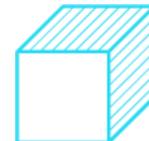
Parámetro	Especificación de Aptitud	Especificaciones Coca-Cola TM	Frecuencia recomendada
SENSORIALES			
Sensorial (sabor/olor/ aspecto)	Normal en todos los sentidos: sin olor ni sabor anómalos		Cada 4 horas ¹
FÍSICAS/QUÍMICAS			
Alcalinidad (M)	Apto en función de la colaboración con la unidad de negocio	Máximo 85 mg/l en forma de CaCO ₃	Cada 4 horas ¹
Cloro total		Máximo 0,0 mg/l	Cada 4 horas ¹
pH		Mínimo 4,9	Cada 4 horas ¹
Sólidos disueltos totales (TDS)		Máximo 500 mg/l	Cada 4 horas ¹
Turbidez	Máximo 0,3 unidades nefelométrías de turbidez	NTU	Cada 4 horas ¹
1. La frecuencia indicada es una recomendación y, por lo tanto, puede modificarse con la aprobación de la unidad de negocio a partir de pruebas históricas y del riesgo.			

Fuente: (CocaCola, 2021)

3.4.3. Resultados de la investigación

La capacitación del personal operativo se desarrolló de acuerdo a las indicaciones del proveedor (Chriwa, 2016) teniendo en cuenta la normativa nacional (Ministerio de Salud DIGESA, 2010) y los requisitos exigidos de la compañía (Requisitos Kore Coca Cola, 2020).



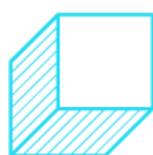


3.5. CONCLUSIONES

- Un tratamiento bueno y adecuado de las membranas puede reducir al mínimo el riesgo de depósitos y el bloqueo. La disminución de la recuperación de permeado puede depender de las modificaciones de los parámetros en el agua de entrada.
- Las Partículas y coloides, de naturaleza orgánica o inorgánica conocida como incrustaciones, forman depósitos presentes en el agua de alimentación, los cuales causan un bloqueo de las membranas y como afecta y satura la operación de la unidad de ultrafiltración.
- Estos depósitos son comprimidos y la fineza de la filtración se incrementa causando una reducción del paso e incrementando la resistencia.

3.6. RECOMENDACIONES

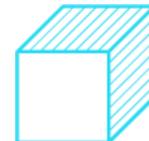
- Se recomienda revisar el interior del tanque reactor ya que en los análisis se detectó variación de resultados (Tabla 7) esto se debe a que las paletas de agitación pueden estar dañadas generando una inadecuada formación de flocs.
- Se recomienda realizar limpieza y desinfección de los filtros de carbón con soda caustica al 2% ya que estos filtros se están saturando con residual de cloro y podría significar que este ingresando materia orgánica en el agua tratada.
- Se recomienda realizar seguimientos periódicos al personal operativo con el fin de acompañarlos en sus análisis de control especial mene al personal nuevo.
- El aumento de la turbiedad causa de una disminución de la recuperación permeado se puede sugerir otros factores que deben ser considerados. Para ello, el reporte exacto en los diarios de operación y la ejecución de los análisis del agua de entrada es indispensable.





- Por esta razón los parámetros de operación deben ser ajustados de manera que los depósitos en las superficies de las membranas se minimicen.
- El personal nuevo, que se incorpora al área de tratamiento de agua, tiene que ser capacitado, llevar una inducción con el personal permanente y un acompañamiento del responsable de área para que pueda desarrollar y afrontar situaciones de la unidad de ultrafiltración y así evitar paradas innecesarias del sistema de tratamiento de agua.





CAPITULO IV

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS

AC Lindley. (2021). Manual del Sistema Integrado de Gestión.

Arca Continental. (24 de Abril de 2020). <https://www.arcacontal.com>. Obtenido de https://www.arcacontal.com/media/370697/reporte_anual_integrado_2020.pdf

Chriwa. (2015). *Manual De Operacion*.

Chriwa. (2016). *Manual De Operación De La Unidad De Ultrafiltración De Planta Cusco*. Cusco.

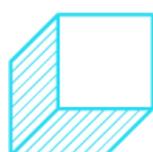
Chriwa. (2021). *Manual de operaciones* . Obtenido de <https://www.chriwa.de/es/>: <https://www.chriwa.de/es/acerca-de/chriwa-holding/cuss>

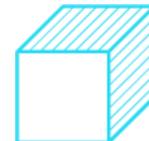
CocaCola. (2021). <https://www.cocacoladeperu.com.pe/historias/bienestar-viaje-en-el-tiempo-recorre-la-historia-de-coca-cola-en-peru>. Obtenido de <https://www.cocacoladeperu.com.pe>

Digesa. (2021). *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano*. Obtenido de [www.digesa.minsa.gob.pe](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf): http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf

Pizarro Flores, M. (2021). Trabajo de Suficiencia Profesional de la EPII/UAP para obtener el título de Ingeniero Industrial. *“Implementación y control de la unidad de ultrafiltración en el sistema de tratamiento de agua Arca Continental Lindley Planta Cusco”*. Cusco, Cusco, Perú: Electrónico&Digital.

Requisitos Kore CocaCola. (2020). *Agua Tratada Para La Fabricación De Productos*. EE-UU.





CAPÍTULO V

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Definiciones

Agua para Proceso: Es aquella que va a ser utilizada en la elaboración de productos intermedios o terminados.

Agua Potable: El término agua potable significa que ésta puede beberse sin perjudicar la salud, además, se seguirán las normas emitidas por la Organización Mundial de la Salud.

Alcalinidad: La capacidad del agua para neutralizar un ácido. La alcalinidad sobre los 85 mg/l afectará negativamente el sabor de la bebida.

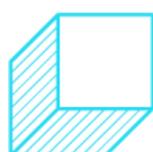
Cloro libre residual: Es la porción total de cloro residual disponible, compuesto por cloro gas disuelto, ácido hipocloroso y/o ion hipoclorito remanente en el agua después de la cloración. Este término no incluye el cloro que haya sido combinado con amoníaco, nitrógeno u otros compuestos.

pH: Es una expresión de la intensidad de la alcalinidad o acidez en un líquido. El pH tiene un rango de 0 a 14, en donde 0 es lo más ácido, 14 lo más básico y el 7 es neutro. El pH de las aguas de origen natural está generalmente entre 6.5 y 8.5.

Partes por Millón (ppm): Es una medida de la concentración sobre la base del peso o a volumen. Este término es equivalente a mg/L.

Sólidos totales disueltos: Referidos frecuentemente como STD. Todos los sólidos disueltos en el agua.

Turbidez: Es una medida de la cantidad de materia coloidal y partículas suspendidas en el agua. Es un factor importante en la calidad del agua porque los microorganismos se protegen de los efectos de la desinfección al introducirse o adosarse a la materia coloidal y otras partículas inorgánicas.





Agua de subsuelo: Es aquella que es obtenida de depósitos subterráneos de agua a través de bombas.

Agua Blanda: Es el agua cuya concentración de iones calcio y magnesio es baja. El agua con una concentración de 50 mg/L, o menor, es considerada como blanda.

Agua Dura: Agua alcalina que contiene sales disueltas, principalmente de calcio y magnesio. En ocasiones se define como el agua cuya concentración de carbonato de calcio es mayor de 100 mg/L.

Carbón activado: Es el carbón cuyos poderes de adsorción han sido aumentados por un tratamiento químico o térmico. El carbón activado remueve compuestos de color, sabor y olor.

Acción Correctiva: Acción que se toma para eliminar diversas causas de no conformidades provocadas por defectos u otra situación no deseada, para prevenir la recurrencia de las mismas.

Control: Actividades para asegurar que los procesos o servicios cumplen con los requisitos mínimos de calidad, establecidos por la empresa.





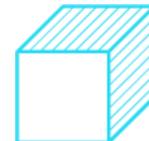
CAPÍTULO VI

ANEXOS

5.1. DISEÑO DE FORMATOS DE CONTROL Y MONITOREO

De acuerdo a la capacitación basada en las normas teóricas, normas para agua usada en bebidas es evidente que estas no deben tener impurezas de ninguna clase que interfieran con el gusto color apariencia física y de carbonatación en el agua tratada y basados en los requisitos del sistema KORE de Coca Cola se propone las siguientes tablas de control.





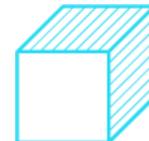
Anexo 1

Formato Control y Monitoreo de Tratamiento de Agua

PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA				
FECHA /TURNO		VALORES DE REFERENCIA		
HORA				
Recepción del agua fuente (De red pública)	PARÁMETROS DE PROCESO			
	Apariencia			Libre de materia extraña
	Sabor y Olor			Característico
	Cloro residual			0.2 - 2.5 (mg/L)
	Alcalinidad T			< 250 (mg/L)
	Sólidos Totales Disueltos			< 1000 (mg/L)
	Turbidez			< 5.0 NTU
	pH			6 - 8
	Dureza total			< 500 (mg/L)
Tratamiento de agua en TK reactor	PARÁMETROS DE PROCESO			
	Caudal de ingreso de agua			45 m3/h
	Dosificación de hipoclorito de Calcio			ml/min
	Dosificación de Cal hidratada			ml/min
	Dosificación de Cloruro férrico			ml/min
	Alcalinidad P			< 50 (mg/L)
	Alcalinidad M			<85 (mg/L)
	TDS			< 1000 (mg/L)
	pH			9 - 10.5
	Hierro			< 3 (mg/L)
	Cloro Residual			1 - 3 mg/L
	% Floccs Zona de reacción			7 - 20 %
% Floccs Zona de Fondo			7 - 20 %	
TK pulmón que viene del TK reactor	pH			
	COLORO LIBRE			
	COLORO TOTAL			
	TURBIDEZ (NTU)			

Fuente propia: (Pizarro Flores, 2021)





Anexo 2

Control y Monitoreo de Filtración

PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA				
FECHA /TURNO:		VALORES DE REFERENCIA		
HORA:				
Filtración con arena	PARÁMETROS DE PROCESO			
	Presión de trabajo			100<PSI
	Alcalinidad M			<85 (mg/L)
	TDS			< 1000 (mg/L)
	Cloro residual o libre			1 - 3
	Turbidez			< 0.3 NTU
	pH			< 10
	Apariencia			Libre de Materia extraña
Ultra filtración	PARÁMETROS DE PROCESO			
	Turbidez			< 0.3 NTU
	pH			
	COLORO LIBRE			
	TURBIDEZ (NTU)			
Filtración con carbón	PARÁMETROS DE PROCESO			
	Presión de trabajo			<100 PSI
	Alcalinidad M			<85 (mg/L)
	TDS			< 1000 (mg/L)
	Cloro residual o libre			0.0 mg/L
	Cloro Total			0.0 mg/L
	Turbidez			< 0.3 NTU
	pH			< 9.5
	Apariencia			Libre de materia extraña
	Hierro			< 0.10 mg/L

Fuente propia: (Pizarro Flores, 2021)

