

**CAPÍTULO I**  
**ESTUDIO DE MERCADO**

## **1.1. GENERALIDADES**

El objetivo del estudio de mercado es determinar a través de información fidedigna y autorizada, las condiciones del mercado regional (pobladores de la ciudad de Villa Montes y alrededores), para brindar agua de mesa dicho estudio permitirá estimar, cuantificar y demostrar la existencia de una oportunidad, para esto es necesario sustentar las decisiones que se aplicarán juntamente con el análisis de la materia prima y la oferta actual en el mercado.

## **1.2. ESTRUCTURA DEL MERCADO DE AGUA DE MESA**

El agua de mesa se constituye en la actualidad un producto de primera necesidad y de consumo diario. Las personas que consumen este producto lo adquieren principalmente por razones de salud, habida cuenta de la incidencia y prevalencia progresiva de enfermedades de origen gastrointestinal producto del consumo de agua contaminada. La tradición de consumo de agua de mesa, prácticamente no existe en el medio específico. Hasta hace dos décadas, aproximadamente, el agua no constituía una problemática de primer orden en la población, por cuanto sus fuentes proveían del vital líquido a la población. (A.I.A.E, 2019).

A raíz del incremento poblacional, de la proliferación y el deterioro medioambiental generalizado, el agua comenzó a escasear y la proporcionada por las aguas superficiales (ríos y lagos) y del vertimiento de aguas residuales domésticas e industriales, incluso la tratada por las empresas públicas; no representa ningún tipo de garantía para la salud humana, por la presencia reiterada de agentes patógenos. (A.I.A.E, 2019).

En consecuencia, el mercado de un producto de primera necesidad como es el agua de mesa para consumo humano, siempre se encuentra en constante crecimiento.

### **1.2.1. Nivel Internacional**

El consumo internacional de agua de mesa se incrementó en los últimos años, comercializándose en la gestión 2017 alrededor de 376.818 millones de litros, un crecimiento de 33% respecto a la gestión 2014.

Para el periodo 2014-2017, los países de mayor consumo de este bien fueron: China 25,6% y EE.UU. 13,8%. (A.I.A.E, 2019).

### 1.2.2. Nivel Nacional

La oferta de agua de mesa en Bolivia, refleja una dinámica importante entre las gestiones 2015 a 2017, periodos donde se aprecia mayor diversificación de presentaciones y productos de agua embotellada, y con esto un notable incremento en el número de empresas que ofertan este producto. (A.I.A.E, 2019).

El padrón de empresas en Bolivia registra alrededor de 174 agentes económicos que se dedican a la “Elaboración de Bebidas” pertenecientes al subgrupo “Elaboración de bebidas no alcohólicas, producción de aguas minerales y otras aguas embotelladas”, Con el objetivo de analizar aquellos agentes que concentran el 80% de los ingresos por ventas (gestión 2017), para el presente estudio se tomó una muestra representativa de veintiún (21) empresas del rubro (A.I.A.E, 2019).

A continuación en el Cuadro I-1, se presenta una diversidad de empresas ubicadas principalmente en las ciudades capitales de departamento, donde se encuentran localizadas sus plantas de producción. Sin embargo, en muchos casos estas empresas ofertan sus productos en diferentes departamentos, realizando el transporte terrestre, o la venta a intermediarios que realizan tareas de transporte y distribución a distintos destinos.

**Cuadro I-1: Empresas Embotelladoras de agua, alcance y ubicación, 2017.**

N	EMPRESAS	MARCAS	PLANTAS DE PRODUCCIÓN	DESTINO DE VENTAS							
				S C Z	L P Z	C B B	C H Q	T R J	P T S	B E N	
1	Aje	Cielo	Santa Cruz	x	x	x					
2	Aramayo	Aramayo	Tarija					x			

3	Cascada de Oriente	Villa Santa	Santa cruz	x						
4	Cascada del Sur	Villa Santa	Tarija			x		x		
5	Delizia	Glaciar	La Paz	x	x	x	x	x	x	x
6	Embol	Vital	Santa cruz	x	x	x	x	x	x	
7	Cascada	Villa Santa	La Paz		x					
8	Nudelpa	Nudelpa	Beni							x
9	Pil Andina	Pura Vida	Cochabamba	x	x	x	x	x	x	x
10	Provel	Provel	Potosí						x	
11	Purifica	Purifica	Chuquisaca				x			

**Fuente:** AEMP en base a información remitida por empresas embotelladoras de agua, 2019

La gran mayoría de las empresas embotelladoras, se registra en los departamentos de Santa Cruz (25%), Cochabamba (25%) y La Paz (20%). Este aspecto se debe a que en estas regiones se registra el mayor consumo; además, esta ubicación es estratégica para el proceso de distribución a otros departamentos de Bolivia. Sumado a lo anterior, la ubicación de sus plantas es de la siguiente manera: Chuquisaca (10%), Tarija (10%), Beni (5%) y Potosí (5%), donde se encuentran algunas empresas propias del área geográfica que comercializan sus productos en zonas colindantes a la ubicación de sus plantas (A.I.A.E, 2019).

---

### **1.2.3. Nivel local**

En el mercado local de Villa Montes cuenta con pocas empresas que producen agua de mesa para el consumo humano; entre las cuales se mencionan: CASCADA, MONTINA, MANATIAL DEL CHACO empresas que envasan gaseosas, jugos de diferentes sabores, así mismo agua de mesa de diferentes volúmenes como de 20 litros, 600ml y 2 litros.

## **1.3. DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO Y MATERIA PRIMA**

### **1.3.1. Materia prima**

El agua potable es el agua apta para consumo humano, es decir, el agua que puede beberse directamente o usarse para lavar y/o preparar alimentos sin riesgo alguno para la salud. El agua es sumamente abundante en nuestro planeta, y dado que es el solvente universal, a menudo contiene numerosos elementos y sustancias disueltas en ella, que pueden (o no) ser detectadas a simple vista y modifican (o no) su sabor, color y olor, representando así un peligro potencial para el cuerpo humano. (A.I.A.E, 2019).

### **1.3.2. Agua de mesa**

En cuestión de 30 años el agua de mesa ha pasado a tener una importancia relevante ya se habla de ella como la segunda o tercera mercancía que más dinero mueve en el mundo, después del petróleo y el café. Este producto se encuentra posesionado en el mercado con una buena aceptación a nivel mundial, nacional y local. (Molina, 2010).

Hoy en día la gente acostumbra a consumir agua de mesa embotellada, sin embargo, esta debe poseer características necesarias y controles adecuados para llegar a la población con las normas **IBNORCA NB 325002:2004 Bebidas analcohólicas: Agua de mesa (Segunda revisión)**.

### 1.3.2.1. Caracterización del Agua de mesa

El producto para el cual se realiza el presente Estudio de Pre-factibilidad es Agua de Mesa. Una molécula de agua está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno aunque dependiendo de las condiciones podría contener minerales, sólidos e incluso materia orgánica, las cuales afectan su condición de inocuidad. Para purificar el agua se necesitan una serie de compuestos químicos y filtros que son utilizados para separar los sedimentos o microorganismos presentes en el agua cruda. (López M., 2011).

De acuerdo a la normalización técnica que se cuenta en Bolivia, IBNORCA es la institución que se encarga del control de calidad de los productos disponibles en el mercado nacional, por ello a continuación en la Cuadro I-2, se detallan los parámetros en cuanto a los requisitos físico-organoléptico y fisicoquímicos que debe tener el agua envasada para consumo humano.

**Cuadro I-2: Requisitos fisicoquímicos del Agua de Mesa para consumo humano**

CARACTERÍSTICA	LÍMITE DE NORMA BOLIVIANA NB-325002	UNIDAD
OLOR	INODORO	-----
SABOR	INSÍPIDO	-----
COLOR VERDADERO	15	Pt Co
PH	6,5-9,0	-----
TEMPERATURA	+/- 3°C	°C
DUREZA TOTAL	500	mg/l
COBRE	1	mg/l
MANGANESO	0,05	mg/l
ALUMINIO	0,2	mg/l

ZINC	5	mg/l
BARIO	0,7	mg/l
CROMO	0,05	mg/l
MERCURIO	0,001	mg/l
FLUORUROS	1,5	mg/l
NITRATOS	50	mg/l
NITRITOS	0,02	mg/l
SULFATOS	250	mg/l
SODIO	200	mg/l
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	500	mg/l
CLORUROS	250	mg/l
HIERRO	0,3	mg/l
TURBIDEZ	5	N.T.D.

**Fuente:** Agua de mesa Noviembre 2004 – Rev 2da por NB-325002

#### **1.4. PROVEEDOR DE LA MATERIA PRIMA**

La materia prima que se utilizará en el presente proyecto es el agua potable de red, de la ciudad de Villa Montes, las cuales son obtenidas de agua de pozos y quebradas de la cordillera Aguarague. El agua que es utilizada por la población de Villa Montes proviene de dos quebradas las de Caiguami, Tampintas y Pozos Surgentes estas aguas son almacenadas y tratadas por “Epsa Manchaco Sam” Institución la cual está encargada de abastecer a toda la población, mediante tratamiento Físicoquímico y Microbiológico, ya que son regidas por la Normas de IBNORCA 512. (Manchaco, 2014).

En relación al control de calidad del agua para consumo humano, por red pública, en Bolivia se establecen los siguientes parámetros de control. Este punto plantea como requisito mínimo de calidad para consumo humano, en el Cuadro I-3 y Cuadro I-4, se muestran los parámetros de control NB 512 IBNORCA:

**Cuadro I-3: Parámetros de control mínimo de agua potable**

PARÁMETRO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE
pH	6,5-9,0
Conductividad	1,500 uS/Cm*
Turbiedad	5 UNT
Cloro Residual	0,2-1,0 mg/l
Coliformes Termoresistentes	0UFC/100ml

**Fuente:** Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano NB512 IBNORCA, 2017.

Asimismo se establece que la calidad del agua para consumo tenga como mínimo los siguientes parámetros:

**Cuadro I-4: Parámetros de control básico de agua potable**

ANÁLISIS	
FÍSICO	15 UCV
QUÍMICO	1000 ml
QUÍMICO INORGÁNICO	
Alcalinidad Total	370,0 mg/l de CaCO <sub>3</sub>
Calcio	200,0 mg/l
Cloruros	250,0 mg/l
Dureza	500,0 mg/l de CaCO <sub>3</sub>
Hierro total	0,3 mg/l
Magnesio	150,0 mg/l
Manganeso	0,1 mg/l



Sodio	200,0 mg/l
Sulfatos	400,0 mg/l

**Fuente:** Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano NB512 IBNORCA, 2017.

### **1.5. POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE VILLA MONTES**

El Municipio de Villa Montes forma parte de la provincia del Gran Chaco, y está situada en coordenadas 21°15'39"S 63°28'34"O, a 388 m sobre el nivel de mar, a la banda izquierda del río Pilcomayo que cruza la sierra del Aguaragüe y baja hacia el sudeste rumbo a la planicie del Gran Chaco. VILLA MONTES es atravesada por la quebrada Caguamí que vierte sus aguas al río Pilcomayo (wikipedia, 2019).

La población total de Villa Montes según el censo del 2012 es de 39.800 habitantes.

**Cuadro I-5: Población del Municipio de Villa Montes**

DESCRIPCIÓN	POBLACIÓN	ÍNDICE DE CRECIMIENTO (2001-2012)
VILLA MONTES	39.800	4,61

**Fuente:** INE, 2012.

#### **1.5.1. Determinación de tamaño de la muestra de personas para hacer encuestas**

Debido a que todas las personas requieren el agua para su subsistencia se tomará el dato de todos los habitantes de la ciudad de Villa Montes. Para determinar el número de encuestas a realizar primeramente se consideró el universo. Que puede ser finito o infinito. Se le considera finito cuando el número de elementos que lo constituyen es menor a 500.000, e infinito cuando es mayor. (Alma, 1993).

La población del Área Urbana que conforma los diferentes distritos que se considera en este proyecto es de 39.800 habitantes (ver la cuadro I-5); que es un valor menor a 500.000 de manera que la población es igual al universo. La fórmula para poblaciones finitas, (menos de 500.000 elementos), es la siguiente: (Izquierdo, 2011).

$$n = \frac{\sigma^2 N p q}{e^2 (N - 1) + \sigma^2 p q}$$

Dónde:

n = Numero de encuestas a realizar

N = Universo o población = 39.800 habitantes ver cuadro I-5

Z= coeficiente de confianza = 1,96 para un 95% de confianza

e = error de estimación para la muestra = 0,05

P = probabilidad a favor = 0,5

q = probabilidad en contra = 0,5

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{e^2 (N - 1) + Z^2 * p * q} \text{ Ec. (1-1)}$$

$$n = \frac{1.96^2 * 39.800 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (39.800 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 380$$

Por lo tanto el número de personas que se encuestó es 380 para un nivel de confianza del 95%. Los resultados de la encuesta estarán adjuntados en el **ANEXO A- I**.

## **1.6. DEMANDA DEL AGUA DE MESA EN VILLAMONTES**

De los resultados obtenidos en las encuestas realizadas se puede determinar la cantidad de agua de mesa que consume cada persona.

Análisis de las personas que sí consumen agua de mesa envasada (en litros/día)

Se observa **Anexo A-1** que 271 personas de las 380 que fueron encuestadas respondieron que consumen de 274,75 litros/día y por persona 1,015 litros/día lo cual en el Sistema Internacional sería 0,0010 m<sup>3</sup>/día.

### Análisis de personas que consumen algunas veces agua de mesa envasada (en litros/día)

- En el **Anexo A-1** está señalado un análisis a 130 personas del número de muestra que consumen agua envasada algunas veces el resultado es 1,067 litros/día por persona en el Sistema Internacional  $0,0010\text{m}^3/\text{día}$ .
- El promedio de consumo de agua de mesa envasada o embotellada de las personas que fueron encuestadas es 0,81 l/día, en el Sistema Internacional  $0,00081\text{ m}^3/\text{día}$  por persona.
- De acuerdo al Censo 2012 en el Municipio de Villa Montes se cuenta con una población de 39.800 habitantes (Ver Cuadro I-5).
- De acuerdo a las encuestas, 71 % si consume agua de mesa; del **Anexo A-1**
- $39.800 * 0,71 = 28.258$  Habitantes que podrían consumir agua de mesa envasada.
- El promedio de personas encuestadas que consumen agua de mesa es 0,81 litro/día.
- El consumo total de agua es el siguiente:  $0,81\text{ litro/día} * 28.258\text{ habitantes} = 22.888\text{ litros/día} * 30\text{ días} = 686.669\text{ litros/mes}$ .
- Entonces lo que tenemos que la demanda total en Villa Montes es igual a  $686.669\text{litros/mes}$  en el Sistema Internacional  $0,686669\text{ m}^3/\text{mes}$ .

### 1.7. OFERTA DEL AGUA DE MESA EN VILLA MONTES HISTÓRICA

**Cuadro I-6: Cantidad de agua envasa por distintas empresas**

TIPO DE MARCAS	CANTIDAD EN LITROS/MES
VILLA SANTA CASCADA	254.689
MONTINA	103.127
MANANTIAL DEL CHACO	81.563
<b>TOTAL</b>	<b>439.979</b>

Fuente: Elaboración propia 2020

Demanda Potencial = Demanda Total – Oferta Total

Demanda Potencial = 668.669 litros/mes –439.979 litros/mes

Demanda Potencial =228,690 litros/ mes

Demanda Efectiva = 0,6 \* 228,690 litros/ mes = 137.211 **litros/mes**

Para cubrir el mercado regional del agua de mesa se requiere envasar **137.214 litros/mes, 1.370,214 m<sup>3</sup>/ mes** de agua de mesa, considerando que el mes tiene 30 días, se utilizaran 24 días de operación continua, 2 días de mantenimiento, con un total de flujo 4116,42 litros/día 4,11642 m<sup>3</sup>/día con un caudal de 171,517 litros/hora 0.171 m<sup>3</sup>/hora.

## 1.8.ANÁLISIS DE PRECIOS: MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS

### 1.8.1 Materia prima

La materia prima se obtiene directamente de la red, encargada por la empresa EPSA MANCHACO SAM que se encarga del agua potable de la ciudad de Villa Montes, el agua proviene de dos represas una que está en Tampintas y otra en Caiguamí. El metro cubico de agua tiene un precio de 1,30bs. Esta red de agua mantiene presión de 30 metros columna de agua y un caudal de 30 litros/segundos.

**Cuadro I -7: Precio de agua potable en Villa Montes por cada m<sup>3</sup>**

PRECIO DEL AGUA EN LA RED	
AGUA POTABLE	1,30 Bs el m <sup>3</sup>

Fuente: EPSA MANCHACO SAM, 2019

### 1.8.2 Materiales e insumos

Los materiales e insumos que se utilizan en el proceso de tratamiento son:

#### 1.8.2.1. Materiales

- **Envase de presentación**

En lo referente al envase a utilizar en Botellones de 20 Litros reutilizables ecológico, libres de BPA, fabricados en policarbonato ultra resistente libre de olor y sabor a plástico, transparente.

El proveedor seleccionado es GRINPLAS Grupo Industrial de Plástico S.R.L. con un costo de 25 Bs y botellones con asa a 29 bs, este por ser compra mayorista.

- **Tapas para el envase**

Tapa para botellón de agua de mesa de 20 litros de material de LLDPE – Polietileno de Baja Densidad Lineal. Peso Aprox: 7 gramos, con precinto para fácil apertura (rompe-jala-destapa), cierre hermético. Apto para tapar botellones de 20 litros de material (PC-PP-PVC-PE).

El proveedor seleccionado es GRINPLAS Grupo Industrial de Plástico S.R.L. Ciudad El Alto (La Paz) con un costo de 0,58 Bs, este por ser compra mayorista.

- **Etiqueta para el envase**

Las etiquetas para bidones de agua son impresas en plotter de impresión digital, en adhesivo mate o brillante el cual es resistente al agua y sol. El proveedor seleccionado es Grafica Alina Ciudad de Villa Montes costo de 0.90ctvs por mayor.

- **Desinfectante para los Envases y Tapas**

Detergente lava vajillas es utilizado para remover impurezas con ayuda de un cepillo especial para lavado de bidones. Utilizando la solución de Cloro que consiste en dos tapas en 1 litro de agua se enjuagan hasta que todo el detergente y el cloro no dejen olor en los bidones de 20 litros. El proveedor de cloro y detergente distribuidora Yonny en la Ciudad de Villa Montes que distribuye al por mayor el cloro el litro 8bs y litro de detergente a 6 bs.

**Cuadro I -8: Precios de materiales e insumos**

<b>PRECIO DE MATERIALES QUE SE NECESITAN</b>	
<b>Botellón de 20 L</b>	25 Bs (unidad)
<b>Tapa</b>	0,58ctvs (unidad)
<b>Etiquetado</b>	0,90ctvs (unidad)
<b>Insumos</b>	
<b>Cloro</b>	9 Bs (L)
<b>Detergente</b>	6Bs (L)

**Fuente:** Elaboración propia, 2019

### 1.8.2.2. Productos

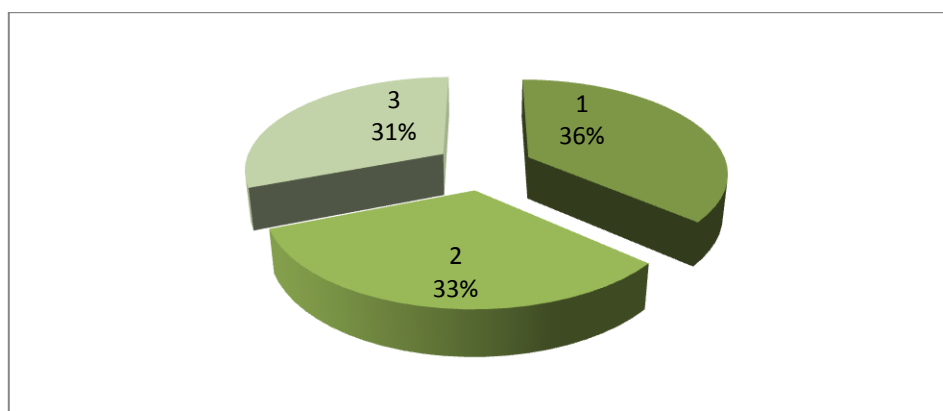
En los análisis de precio de la ciudad de Villa Montes mediante las encuestas se obtuvo los siguientes resultados.

**Cuadro I - 9: Costos de las diferentes empresas de Villa Montes**

Producto	Precio 1 CASCADA	Precio 2 MONTINA	Precio 3 MANATIAL DEL CHACO
Botellones de 20 Litros	20Bs	18Bs	17Bs

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Figura 1-1: Porcentajes de los precios en el mercado**



Fuente: Elaboración propia Anexo A-1

### 1.8.2.3. Ficha técnica del Agua de Mesa

**Cuadro I-10: Ficha técnica del Agua de Mesa**

NOMBRE DEL PRODUCTO:	AGUA DE MESA
<b>Descripción</b>	Bebida analcohólica elaborada a partir del agua potable
<b>Composición</b>	Agua natural con minerales de la mejor calidad y sabor único.

<b>Olor</b>	No tiene
<b>Color</b>	Incolora
<b>Sabor</b>	Insípida
<b>Condiciones de manejo y almacenamiento</b>	Almacenaje en lugar fresco, seco, lejos de la luz directa y del calor.
<b>Consumo preferente</b>	Hasta 18 meses después de su embotellado, manteniéndola bajo protección de la luz solar - Producto perecedero una vez destapado, consumir en el menor tiempo posible.

**Fuente:** Elaboración propia, 2019.

### 1.9. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DEL AGUA DE MESA

Para realizar el análisis de la demanda, se toma como base el consumo mensual de agua de mesa envasada en el área urbana de la ciudad de Villa Montes, el cual se obtuvo a través de encuestas realizadas a la población. **Anexo A-1**

Así mismo para realizar las proyecciones se toma en cuenta la tasa de crecimiento poblacional que tiene un valor de 4,61%, dicho valor fue obtenido del INE. A continuación, en el Cuadro I-16, se muestra las proyecciones con respecto a la demanda. La demanda año base es **1646,568 litros/año (1.6465368 m<sup>3</sup>/año)**, dato que se obtuvo del análisis de las encuestas realizadas.

Para calcular la proyección de los siguientes años, se aplicará la siguiente relación:

$$D_n = D_o (1 + i)^n \text{ Ec. (1-2) (Izquierdo, 2011)}$$

Dónde:

**D<sub>n</sub>**= Demanda del año proyectado

**D<sub>o</sub>** = Demanda en el año base (**1646,568 litros/año**)

**i** = Índice de crecimiento de la población

**n** = Año de análisis

El cálculo de proyección para los siguientes años, están señalados en la siguiente tabla.

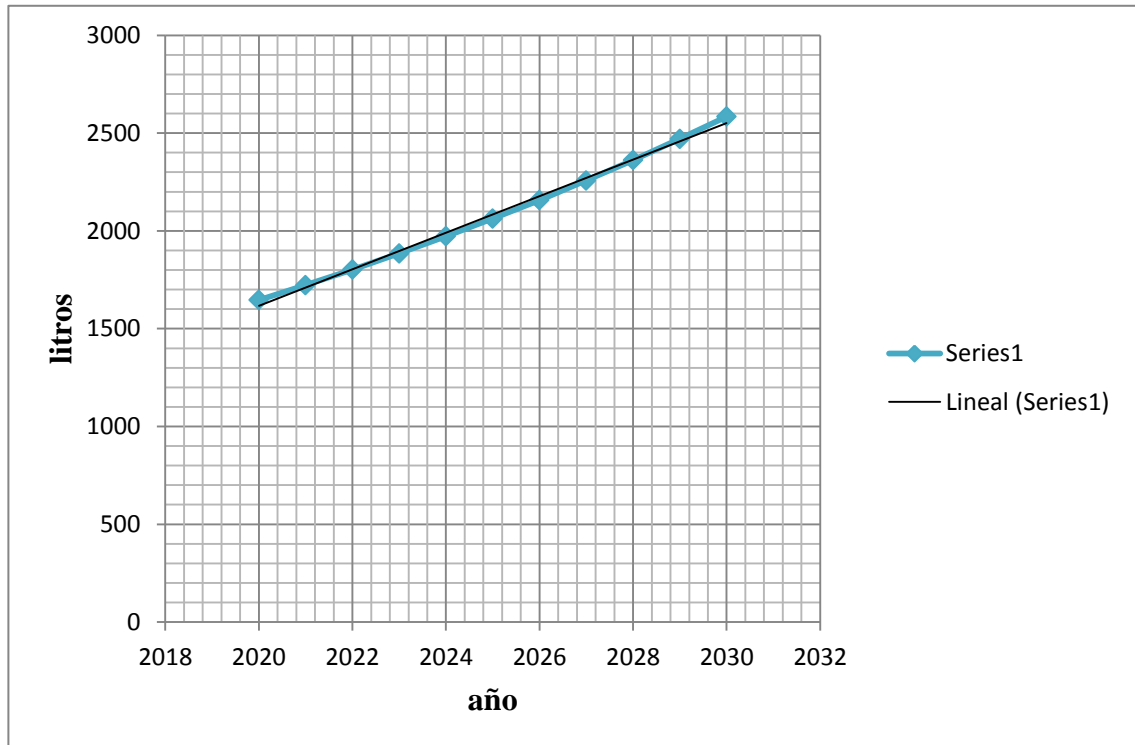
**Cuadrado I-11: Proyección de la demanda efectiva de consumo de agua de mesa proyectada para toda la población de Villa Montes**

<b>AÑO</b>	<b>TAZA DE CRECIMIENTO %</b>	<b>CONSUMO DE AGUA EN litros/año</b>
2021	.....	1.646,568
2022	4,61	1.722,474
2023	4,61	1.801,880
2024	4,61	1.884,947
2025	4,61	1.971,843
2026	4,61	2.062,745
2027	4,61	2.157,838
2028	4,61	2.257,314
2029	4,61	2.361,376
2030	4,61	2.470,236
2031	4,61	2.584,114

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.



Figura 1-2: Demanda proyectada



Fuente: Elaboración Propia, 2020.

**CAPÍTULO II**  
**TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN**

---

## 2.1.TAMAÑO DEL PROYECTO

Para la determinación del tamaño del proyecto, se toma en cuenta la capacidad de producción que se maneja durante el periodo de funcionamiento. Cuadro I -7. Se define como la capacidad misma al número de unidades que pueden producirse en un día, mes o año. También por ello se necesitan determinar los siguientes elementos: la demanda actual y su comportamiento previo, las proyecciones de demanda, oferta y materia prima existente. (Aguilera, 2013).

### a) Ciclo de Vida de Proyecto

Vida del proyecto: 11 años

Etapa Instalación: 1 año

Etapa Operativa (funcionamiento): 10 años

- Etapa de Transición a Capacidad Máxima de Producción = 5 años.
- Etapa Constante de Producción = 5 años.

El desarrollo inicial del proyecto de factibilidad: (Etapa de Instalación), se efectuará durante el año 2021 y de acuerdo a la política de comercialización se establece el inicio de producción el año 2022.

La capacidad máxima de producción de la Planta se pretende alcanzarla en 5 años comprendido del 2022 al 2026. Y finalmente la prosecución de 5 años con producción constante en Planta, comprendida en el periodo de 2026 a 2031.

- Etapa de transición a capacidad máxima de producción 4 años.
- Etapa constante de producción a partir del cuarto año.
- El proyecto además tendrá un periodo de funcionamiento anual de 288 días hábiles (lunes a sábado) entre almacenamiento y venta de producto y 2 días de mantenimiento por mes.

#### 2.1.1. Tamaño y materia prima

Al mencionar el tamaño de la planta es necesario considerar la materia prima existente para el proyecto, por ello se analizó el agua potable de red, de la ciudad de Villa Montes.

---

Estas aguas son almacenadas y tratadas por EPSA MANCHACO SAM, mediante tratamiento Físicoquímico y Microbiológico, ya que son regidas por la Norma Bolivia NB512.

### **2.1.2. Tamaño y mercado consumidor**

La capacidad de este proyecto responde a lo obtenido en el Estudio de Mercado, lo que se considera como la demanda total, siendo una producción, de 1646,568 litros para el año base, con un incremento anual del 4.61% anual. Como se observa en la Cuadro I-11 la demanda proyectada 2584,114 litros/año. Esa cantidad corresponde a un total de 215.342 litros/mes de producción mensual y diaria de 8972 litros/día en sistema internacional  $8,972\text{m}^3/\text{día}$  tomando de ella solo un 50% para empezar sería  $4,486\text{m}^3/\text{día}$ .

El tipo de proceso que se llevará es la manufactura por línea, debido a que es el adecuado para esta producción. Este proceso requiere la maquinaria ubicada en línea, donde el envase se va llenando de manera consecutiva. Se tendrá contemplado diseñar la distribución física del proyecto y dejar espacio para las ampliaciones para futuro. Por lo que la planta deberá comenzar trabajando a un 50% de su capacidad, para llegar al 100% en su cuarto año de funcionamiento. (Aguilera, 2013).

## **2.2. JUSTIFICACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN**

La selección del lugar preciso para la instalación de la planta procesadora de agua envasada, debe ser evaluada por un método cualitativo adecuado, mediante el uso de alternativas y asignación de valores ponderables, que estén de acuerdo con la relevancia atribuida. La suma de las calificaciones de las alternativas permitirá seleccionar la localización más apropiada, para tal hecho se analiza la macro y micro localización y los factores determinantes a tomar en cuenta. (Aguilera, 2013).


### **2.2.1. Macrolocalización**

Uno de los factores primordiales de los proyecto es la localización de los mismos, determinando la localización geográfica exacta donde el proyecto se instalara: departamento, provincia, y zona; de esto se obtiene mayor información relevante para el proyecto como el costo de transporte de materia primas, insumos, etc., dicha ubicación

---

debe satisfacer las necesidades generadas por el proyecto y debe obtener mayores beneficios económicos en referencia a otras alternativas. (Aguilera, 2013).

La Planta se instalará en la ciudad de Villa Montes, en la zona periférica en el Municipio de **Villa Montes**, ubicado en el departamento de Tarija, dentro de la Primera Región Autónoma de Bolivia, el Gran Chaco. Está ubicada en las laderas de la Serranía del Aguaragüe.

El Municipio de Villa Montes forma parte de la provincia del Gran Chaco, y está situada en coordenadas  21°15'39"S 63°28'34"O, a 388 m sobre el nivel de mar, a la banda izquierda del río Pilcomayo que cruza la sierra del Aguaragüe y baja hacia el sudeste rumbo a la planicie del Gran Chaco. Villa Montes es atravesada por la quebrada Caiguamí que vierte sus aguas al río Pilcomayo.

La Planta contará con la infraestructura básica necesaria como ser el agua potable que es distribuida por EPSA MANCHACO SAM con un caudal de 30 litros /seg y una presión de llegada de 30 metro de columna de agua. En tiempo de lluvia varia un poco el color y la turbiedad, pero en los demás meses está en rango de la norma 512, energía eléctrica, gas, servicios de comunicación, vías de acceso, algunos otros servicios auxiliares que son necesarios. Uno de los factores más importantes para envasar agua de mesa, es la disponibilidad de la materia prima y poner una línea de embotellado de agua para el consumo humano, con el fin de producir un producto con buena calidad. (wikipedia, 2019).

### **2.2.2. Microlocalización**

La microlocalización es la elección precisa del terreno tomando en cuenta los factores determinantes que influyen en esta elección.

### **2.2.3. Factores determinantes**

Los factores más importantes para la localización y el tamaño son la cantidad de agua que producir diariamente; la fuente donde se sacará la materia prima. En este caso el agua a tratar, luz, medio ambiente y mantener un lugar limpio para saber distribuir bien la planta.

**a) Terreno**

La planta procesadora deberá de estar situada en un lugar sano. La planta debe tener un terreno idóneo al ser una planta procesadora es recomendable un terreno sin desniveles para la mejor manipulación de materia prima y maquinaria requerida, la extensión necesaria por las características del proyecto es de 20m x 15m.

**b) Precio del Terreno**

Entre las variables más importantes está el precio del terreno que generalmente está en referencia a los servicios a los que tiene acceso, vías de accesos a la planta, energía eléctrica y agua.

**c) Servicios Básicos**

En los servicios básicos se analizan las necesidades fundamentales agua y energía eléctrica. Respecto del agua que haya de ser empleada en la producción, interesa en extremo que posea características de: potabilidad a toda prueba, carencia de iones metálicos, especialmente de hierro, con un contenido mínimo de sales cálcicas.

La energía eléctrica es fundamental para el proceso, siendo necesario contar con un sistema trifásico de energía, para el funcionamiento de los equipos de la planta y servicios adicionales, además que la zona debe contar con historial de suministro continuo de energía o tener la confianza que el suministro sea lo más estable posible para evitar problemas de operación en el funcionamiento de la planta.

Las tarifas de servicios básicos generalmente tienden a variar siendo la tarifa industrial distinta a la tarifa básica general, para ello en este punto se evalúan los datos de las tarifas vigentes para los servicios de agua y luz, aunque este último no es de relevancia para el proceso por lo que se lo contempla como fuente energética para evitar algún inconveniente futuro. (López, 2011).

**d) Precio de Transporte de Producto Final**

La distancia del mercado se refleja en el costo de transporte por tonelada de producto, al tener el proyecto un mercado local amplio se pretende usar el servicio propio de transporte para evitar gastos económicos adicionales de consideración. (López M. , 2011).

## 2.3. ELECCIÓN DE LA LOCALIZACIÓN

### 2.3.1. Ponderación de peso relativo

De acuerdo al grado de importancia de los factores considerados, se asigna la puntuación correspondiente, determinando el valor ponderado de peso relativo de cada uno de ellos, expresados a continuación en el Cuadro II-1:

**Cuadro II-1: Valores ponderados de peso relativo**

FACTOR	PUNTOS	PESO RELATIVO
Terreno	10	0,16
Agua	10	0,16
Electricidad	9	0,15
Transporte de producto	5	0,08
Disponibilidad de mano de obra	8	0,12
Disponibilidad de centro de salud	6	0,1
Eliminación de desechos	7	0,11
Empresas sustitutas	7	0,11
	<b>62</b>	<b>1,00</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

### 2.3.2. Alternativas de localización

Como es usual se han planteado dos alternativas a considerar para la localización de la planta, dichas alternativas son:

- a) Zona Central (Barrio San Francisco).
- b) Zona sur (Barrio bolívar).

### 2.3.3. Calificación de alternativas

Analizando los valores de calificación y los factores que son considerados para el proyecto, se calificó las tres alternativas y se presentan los resultados en el siguiente Cuadro II- 2.

**Cuadro II-2 Calificación de factores de localización**

FACTOR	ZONA CENTRAL		ZONA SUR	
	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
Terreno	6	0,6	10	1
Agua	8	0,8	10	1
Electricidad	9	0,9	9	0,9
Transporte de producto	8	0,8	9	0,8
Disponibilidad de mano de obras	6	0,6	6	0,6
Disponibilidad de centro de salud	4	0,4	4	0,4
Eliminación de desechos	5	0,5	5	0,5
Empresas sustitutas	1	0,01	1	0,01
		4,61		5,71

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

Con el resultado del Cuadro II-2, se define que la mejor opción de localización es la Zona Sur de Villa Montes, que reúne 5,71 puntos, siendo mayor a las otras alternativas por lo cual se determina instalar la planta procesadora de agua de mesa en esa zona.

La planta procesadora estará ubicada en el Barrio Bolívar, zona accesible ya que se encuentra en la es Avenida Héroes del Chaco entre Pando y Santa Cruz tiene, una muy buena ubicación para la distribución del producto ver **Anexo A- 5**.



**CAPÍTULO III**  
**INGENIERÍA DEL PROYECTO**

### 3.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA MATERIA PRIMA

#### 3.1.1. Agua Potable

Significa que debe estar libre de microorganismos patógenos, de minerales y sustancias orgánicas que puedan producir efectos fisiológicos adversos. Debe ser estéticamente aceptable y, por lo tanto, debe estar exenta de turbidez, color, olor y sabor desagradable. Puede ser ingerida o utilizada en el procesamiento de alimentos en cualquier cantidad, sin temor por efectos adversos sobre la salud (Walton, 1971). El Agua Potable es el agua que es adecuada y segura para el uso y consumo humano es un producto que se elabora a partir del agua cruda captada de los ríos, lagos o pozos. El Agua Potable se obtiene después de mejorar la calidad del agua cruda mediante una serie de procesos altamente industrializados a que debe ser sometida.

El agua potable que está a disposición en la ciudad de Villa Montes es administrada por EPSA MANCHACO SAM la que es regida por la Norma Boliviana 512.

#### 3.1.2. Características fisicoquímicas

Las características Fisicoquímicas que se realizan en el agua potable de la ciudad de Villa Montes por la entidad prestadora de servicios EPSA MANCHACO SAM. Están escritas e indicadas en el cuadro III-1.

**Cuadrado III-1: Laboratorio del agua potable de la Ciudad de Villa Montes**

PARÁMETRO		NB DE REFERENCIA	LÍMITES PERMISIBLES NB512	RESULTADOS
Organoléptica	Olor		Ninguno	Ninguno
	Sabor		Ninguno	Ninguno
	Temperatura		° C	25
trol Mín	Turbidez (NTU)		5	2,75

	Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )		1.500	199,1
	pH	31001	6,5 – 9	8,62
	Cloro Libre (mg/l)	31010	0,2 – 1	0,25
	Coliformes fecales o termoresistentes (UFC/100ml)		0	-
<b>Control Básico</b>	Color (UCV)		15	79
	Sólidos Totales Disueltos (mg/l)		1000	94,7
	Alcalinidad Total (mg/l de $\text{CaCO}_3$ )		370	78
	Calcio (mg/l)		200	49
	Cloruros (mg/l)		250	4,3
	Dureza (mg/l) $\text{CaCO}_3$		500	56
	Hierro Total (mg/l)		0,3	0,05
	Magnesio (mg/l)		150	7
	Manganeso (mg/l)		0,1	0,026
	Sodio (mg/l)		200	0,84

	Sulfatos (mg/l)		400	0
<b>Control Complementario</b>	Coliformes totales (UFC/100ml)		0	-

**Fuente:** Epsa Manchaco Sam, 2019.

**Observaciones y Comentarios:** Según a los parámetros analizados, la mayoría se encuentran dentro de límites permitidos según Norma Boliviana 512, a excepción de color debido a los eventos de lluvias fuertes.

### 3.1.3. Características físicas

Existen ciertas características del agua, se consideran físicas porque son perceptibles por los sentidos: vista, olfato o gusto, y tienen incidencia directa sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua. (Padilla, 2016).

- **Color**

Esta característica del agua puede estar ligada a la turbidez o presentarse independiente de ella. Aún no es posible establecer las estructuras químicas fundamentales de las especies responsables del color, se atribuye comúnmente a la presencia de taninos, lignina, ácidos húmicos, ácidos grasos, ácidos fúlvicos, etc. Se considera que el color natural del agua puede originarse por las siguientes causas: la descomposición de la materia; la materia orgánica del suelo; la presencia de hierro, manganeso y otros compuestos metálicos.

En la formación del color en el agua intervienen, entre otros factores, el pH, la temperatura, el tiempo de contacto, la materia disponible y la solubilidad de los compuestos coloreados. (Padilla, 2016).

- **Olor y sabor**

El sabor y el olor están estrechamente relacionados y constituyen el motivo principal de rechazo por parte del consumidor. La falta de olor puede ser un indicio indirecto

de la ausencia de contaminantes, tales como los compuestos fenólicos, por otra parte, la presencia de olor a sulfuro de hidrógeno puede indicar una acción séptica de compuestos orgánicos en el agua. Las sustancias generadoras de olor y sabor en aguas crudas pueden ser o compuestos orgánicos derivados de la actividad de microorganismos y algas, o provenir de descargas de desechos industriales. (Padilla, 2016).

- **Temperatura**

Es uno de los parámetros físicos más importantes, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración. Existen múltiples factores, que principalmente son ambientales, pueden hacer que la temperatura del agua varíe.

- **pH**

El pH influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución. Aunque podría decirse que no tiene efectos directos sobre la salud, sí puede influir en los procesos de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección. Por lo general, las aguas naturales no contaminadas exhiben un pH en el rango de 6 a 9.

Cuando se tratan aguas ácidas, es común la adición de un álcali por lo general, cal para optimizar los procesos de coagulación. En el tratamiento del agua de consumo, se requiere volver a ajustar el pH del agua hasta un valor que no le confiera efectos corrosivos ni incrustantes. (Padilla, 2016).

- **Turbidez**

Es originada por las partículas en suspensión o coloides. Es decir, causada por las partículas que, por su tamaño, se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua en menor o mayor grado. La medición de la turbidez se realiza mediante un turbidímetro o nefelómetro, siendo la unidad utilizada la unidad nefelométrica de turbidez (UNT). Aunque no se conocen sus efectos directos sobre la salud, está afecta

---

la calidad estética del agua, lo que muchas veces ocasiona el rechazo de los consumidores.

Por otra parte, se ha demostrado que, en el proceso de eliminación de organismos patógenos, por la acción de agentes químicos como el cloro, las partículas causantes de la turbidez reducen la eficiencia del proceso y protegen físicamente a los microorganismos del contacto directo con el desinfectante. Por esta razón, si bien las normas de calidad establecen un criterio para turbidez, ésta debe mantenerse mínima para garantizar la eficacia del proceso de desinfección (Padilla, 2016).

#### **3.1.4. Características químicas**

Los múltiples compuestos químicos disueltos en el agua pueden ser de origen natural o industrial y serán benéficos o dañinos de acuerdo a su composición y concentración. Vamos a ver las particularidades de algunos de ellos:

- **Aluminio**

Es un componente natural del agua, debido principalmente a que forma parte de la estructura de las arcillas. Puede estar presente en sus formas solubles o en sistemas coloidales, responsables de la turbidez del agua. El problema mayor lo constituyen las aguas que presentan concentraciones altas de aluminio, las cuales confieren al agua un pH bajo. (Bello, 2007).

- **Mercurio**

Se considera al mercurio un contaminante no deseable del agua, ya que es un metal pesado muy tóxico para el hombre. En el agua, se encuentra principalmente en forma inorgánica, que puede pasar a compuestos orgánicos por acción de los microorganismos presentes en los sedimentos.

De estos, puede trasladarse al plancton, a las algas y, sucesivamente, a los organismos de niveles tróficos superiores como peces, aves rapaces e incluso al hombre. (Bello, 2007).

- **Plomo**

---

Prácticamente no existe en las aguas naturales superficiales, pudiendo detectarse su presencia en algunas aguas subterráneas. Su presencia en aguas superficiales generalmente proviene de vertidos industriales. En instalaciones antiguas, la mayor fuente de plomo en el agua de bebida proviene de las tuberías de abastecimiento y de las uniones de plomo. Si el agua es ácida, puede liberar gran cantidad de plomo de las tuberías, principalmente en aquellas en las que el líquido permanece estancado por largo tiempo. (Padilla, 2016).

- **Hierro**

Por lo general, no produce trastornos en la salud en las proporciones en que se lo encuentra en las aguas naturales. La presencia de hierro puede afectar el sabor del agua. También puede formar depósitos en las redes de distribución y causar obstrucciones, así como alteraciones en la turbidez y el color del agua. Tiene gran influencia en el ciclo de los fosfatos, lo que hace que su importancia sea muy grande desde el punto de vista biológico. (Padilla, 2016).

- **Fluoruro**

Elemento esencial para la nutrición del hombre. Su presencia en el agua de consumo a concentraciones adecuadas combate la formación de caries dental, principalmente en los niños. Sin embargo, si la concentración de fluoruro en el agua es alta, podría generar “fluorosis” y dañar la estructura ósea, los efectos tóxicos ocurren con concentraciones excesivamente altas. (Bello, 2007).

- **Cobre**

En el agua potable puede existir debido a la corrosión de las cañerías de viviendas, la erosión de depósitos naturales y el percolado de conservantes de madera, también, por el sulfato de cobre que se aplica para controlar las algas en plantas de potabilización. En concentraciones muy altas la presencia de cobre da un sabor muy desagradable al agua. (Padilla, 2016).

- **Cloruro**

En el agua potable, su presencia se debe al agregado de cloro en las estaciones de tratamiento como desinfectante. El cloruro, en forma de ion  $\text{Cl}^-$ , es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua, sin embargo, en altas concentraciones puede tener

---

un sabor salado fácilmente detectable si el anión está asociado a los cationes sodio o potasio. El sabor no es apreciable si la sal disuelta es cloruro de calcio o magnesio, ya que en estos casos el sabor salado no se aprecia. A partir de ciertas concentraciones, los cloruros pueden ejercer una acción corrosiva y erosionante, en especial a pH bajo. (Padilla, 2016).

- **Sulfatos**

Son un componente natural de las aguas superficiales y, en general, no se encuentran en concentraciones que puedan afectar a su calidad, pueden provenir de la oxidación de los sulfuros existentes en el agua. Los sulfatos de calcio y magnesio contribuyen a la dureza del agua. Un alto contenido de sulfatos puede proporcionar sabor amargo al agua y podría tener un efecto laxante, sobre todo cuando se encuentra presente el magnesio. Cuando el sulfato se encuentra en concentraciones excesivas le confiere propiedades corrosivas. (Padilla, 2016).

- **Nitritos y nitratos**

Las concentraciones altas de nitratos generalmente se encuentran en el agua en zonas rurales por la descomposición de la materia orgánica y los fertilizantes utilizados. Si un recurso hídrico recibe descargas de aguas residuales domésticas, el nitrógeno estará presente como nitrógeno orgánico amoniacal, el cual en contacto con el oxígeno disuelto, se irá transformando por oxidación en nitritos y nitratos. Este proceso de nitrificación depende de la temperatura, del contenido de oxígeno disuelto y del pH del agua. El ion nitrito es menos estable que el ion nitrato. Es muy reactivo y puede actuar como agente oxidante y reductor, por lo que solo se encuentra en cantidades apreciables en condiciones de baja oxigenación. Esta es la causa de que los nitritos se transformen rápidamente en nitratos y que, generalmente, estos últimos predominen en las aguas, tanto superficiales como subterráneas. Esta reacción de oxidación se puede efectuar en los sistemas biológicos y también por factores abióticos (Padilla, 2016).

### **3.1.5. Características biológicas**



Las aguas poseen en su constitución una gran variedad de elementos biológicos, desde microorganismos hasta peces. El origen de los microorganismos puede ser natural, provenir de contaminación por vertidos industriales o por arrastre de los existentes en el suelo por acción de la lluvia. La cantidad de microorganismos va acompañando las características físicas y químicas del agua, ya que cuando el agua tiene temperaturas templadas y materia orgánica disponible, la población microbiana crece y se diversifica.

La biodiversidad de un agua natural indica la poca probabilidad de que la misma se encuentre contaminada. Sin embargo para que el agua sea destinada a la provisión de agua potable, debe ser tratada para eliminar los elementos biológicos que contiene, entre los cuales podemos distinguir:

- **Algas**

Contienen fundamentalmente clorofila necesaria para las actividades fotosintéticas y por lo tanto necesitan la luz solar para vivir y reproducirse. La mayor concentración se da en los lagos, lagunas, embalses, remansos de agua y con menor abundancia en las corrientes de agua superficiales. Las algas a menudo tienen pigmentos que pueden colorear el agua. (Padilla, 2016).

- **Bacterias**

Las que se pueden encontrar en el agua son de géneros muy diversos, pero las patógenas para el hombre son las bacterias coliformes y los estreptococos, que se utilizan como índice de contaminación fecal.

- **Hongos, mohos y levaduras**

Pertenecen al grupo de bacterias, pero no contienen clorofila y en general son incoloras. Todos estos organismos son heterótrofos y en consecuencia dependen de la materia orgánica para su nutrición.

### **3.1.6. Características técnicas del producto**

#### **3.1.6.1. Agua de mesa**

Es el agua potable tratada, adicionada o no con gas carbónico (anhídrido carbónico), con o sin la adición de saborizantes y colorantes alimentarios permitidos, embotellada por procedimientos sanitarios, en envases herméticos e inocuos. Son aguas envasadas

---

que se pueden ingerir como una bebida cotidiana. A veces precisan de tratamientos físicos como la oxigenación, la decantación o la filtración para separar los elementos naturales indispensables, de los que está compuesta (Yoshikawa, 2014).

Pero está totalmente prohibido el uso de sustancias para la desinfección o modificación del propio contenido microbiano. Las propiedades que poseen son saludables y aseguran que su composición sea constante. Por normativa, se establecen valores máximos y mínimos para el contenido de minerales, cloruros, nitratos, nitritos, calcio etc. además de la presencia de gérmenes patógenos. También se controla el pH cuyos valores son aceptados entre 6,5 y 8,5. Pueden ser de: **con gas carbónico y sin gas carbónico.**

Una de las características importantes es cuando su contenido es bajo en sales, limpia, pura y fresca y de sabor agradable, exento de contaminantes químicos. Si se habla de impurezas se dice que cualquier cosa en el agua que no sea agua, es un contaminante o impureza, pues se asevera que ninguna sustancia química está pura ya sea en su estado natural, o la preparada por el hombre (Michigan, 2012).

El agua de mesa puede necesitar tratamientos físicos como la oxigenación, la decantación o la filtración para la separación de elementos naturales indeseables.

Roca (2007) explica que “el agua de mesa contiene después de su envasado un máximo de 1000 mg de sales disueltas o 250 mL de CO<sub>2</sub> libre por kilogramo (mineralización baja). La ingestión de agua de mesa no está sujeta a limitación alguna no existiendo una dosis máxima de consumo”.

Las aguas de mesa son el tipo de aguas que han tenido que ser tratadas fisicoquímicamente con el fin de que cumplan los requisitos sanitarios según las normativas del estado para que sean aptas para el consumo humano y sean comercializadas. La fuente de agua puede ser de red pública, agua de pozo tubular o agua de manantial con alta concentración de sólidos disueltos. (Michigan, 2012).

### **3.1.6.2. Parámetros óptimos del agua de mesa**

- **Alcalinidad**

Por alcalinidad se entiende la capacidad que el agua posee para neutralizar ácidos. La alcalinidad de las aguas naturales resulta, generalmente de la presencia de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos de calcio, magnesio y sodio. La alcalinidad se expresa como alcalinidad “P” (fenolftaleína) o alcalinidad “M” (total). La alcalinidad “P” mide el total de hidróxidos y la mitad de los carbonatos presentes en el agua. La alcalinidad “M” abarca toda la alcalinidad ocasionada por carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos.

La alcalinidad total recibe el nombre de alcalinidad “M” por cuanto el indicador que se utiliza para determinarla es el naranja de metilo/bromocresol verde; la “M” proviene del naranja de metilo. El agua de alta alcalinidad neutraliza parte de la acidez normal del producto terminado y, por consiguiente, afecta su sabor. Las normas fijadas no permiten que la alcalinidad total del agua sea mayor de 50 mg/l. (Michigan, 2012).

- **Dureza**

En un principio, la dureza del agua se definía según su capacidad para causar la precipitación del jabón. El calcio y el magnesio son las causas principales de la dureza de las aguas naturales.

En muchas aguas, la dureza resulta de la presencia de bicarbonato de calcio y carbonato de magnesio, en tanto que en otros casos, los sulfatos y cloruros de estos mismos metales suelen ser los agentes principales a dureza del agua, expresada en mg/l de carbonato de calcio, es la cantidad total de calcio y magnesio presente. El agua que tenga una dureza mayor del límite establecido que es de 200 mg/l, pudiera causar precipitados en el producto terminado, además de formar costras en los equipos. (Michigan, 2012).

- **pH**

El valor del pH del agua mide la alcalinidad en una escala que va de cero (extrema acidez), a catorce (extrema alcalinidad). Los cambios de calidad del agua pueden observarse mediante mediciones del pH, que indican la necesidad de llevar a cabo ajustes en el proceso de tratamiento.

La mayoría de las aguas naturales tienen un pH entre 4 y 9 y suelen ser ligeramente alcalinas como resultado de la presencia de carbonatos y bicarbonatos. Un pH extremadamente bajo significa acidez libre, generalmente en forma de ácidos minerales que son contaminantes provenientes de desperdicios industriales, los cuales son objetables, porque aumentan la acidez normal del refresco terminado y es una fuente de productos químicos indeseables. (Michigan, 2012).

- **Acidez**

La acidez del agua, por lo general, es causada por anhídrido carbónico, ácido tánico y ciertas sales inorgánicas disueltas como, por ejemplo: el sulfato ferroso o el sulfato de aluminio. La acidez del agua natural es generalmente muy baja. El agua tratada no debe contener acidez que sea posible determinar mediante titulación (Michigan, 2012).

Se especifica en el cuadro III-2, las características fisicoquímico de agua de mesa.

**Cuadrado III-2: Características Fisicoquímico de Agua de mesa**

PARÁMETROS	UNIDAD	MÉTODO UTILIZADO	LÍMITES DE NORMA BOLIVIANA NB-325002	VALOR OBTENIDO
<b>OLOR</b>	-----	ORGANOLÉPTICO	INODORO	<b>INODORO</b>
<b>SABOR</b>	-----	ORGANOLÉPTICO	INODORO	<b>INSIPIDA</b>
<b>COLOR VERDADERO</b>	Pt Co	ESPECTROMÉTRICO	15	<b>2,9</b>

<b>Ph</b>	-----	POTENCIOMÉTRICO	6,5 – 9,0	<b>7,6</b>
<b>TEMPERATURA</b>	°C	TERMOCUPLA	+/- 3°C	<b>18,6</b>
<b>DUREZA TOTAL</b>	mg/l	TITULOMÉTRICO	500	<b>15,7</b>
<b>COBRE</b>	mg/l	ABSORCIÓN ATÓMICA	1	<b>0,0</b>
<b>MANGANESO</b>	mg/l	ABSORCIÓN ATÓMICA	0,05	<b>0,006</b>
<b>ALUMINIO</b>	mg/l	ESPECTROMÉTRICO	0,2	<b>0,0</b>
<b>ZINC</b>	mg/l	ESPECTROMÉTRICO	5	<b>0,0</b>
<b>BARIO</b>	mg/l	ESPECTROMÉTRICO	0,7	<b>0,54</b>
<b>CROMO</b>	mg/l	ESPECTROMÉTRICO	0,05	<b>0,01</b>
<b>MERCURIO</b>	mg/l	ESPECTROMÉTRICO	0,001	<b>0,0</b>
<b>FLUORUROS</b>	mg/l	ESPECTROMÉTRICO	1,5	<b>0,11</b>
<b>NITRATOS</b>	mg/l	ESPECTROMÉTRICO	50	<b>1,90</b>
<b>NITRITOS</b>	mg/l	ESPECTROMÉTRICO	0,02	<b>0,008</b>
<b>SULFATOS</b>	mg/l	ESPECTROMÉTRICO	250	<b>4,34</b>
<b>SODIO</b>	mg/l	ABSORCIO ATÓMICA	200	<b>4,66</b>
<b>SOLIDOS DISUELTOS</b>	mg/l	ESPECTROMÉTRICO	500	<b>140</b>

<b>TOTALES</b>				
<b>CLORUROS</b>	mg/l	TITULOMÉTRICO	250	<b>7,18</b>
<b>HIERRO</b>	mg/l	ABSORCIÓN ATÓMICA	0,3	<b>0,02</b>
<b>TURBIDEZ</b>	N.T.D.	NEFELOMÉTRICO	5	<b>0,65</b>

Fuente: YACULAB, 2019

Conclusiones: Los parámetros son encontrados según lo establecido por NB-325002 (Agua de mesa- Noviembre 2004- Rev 2da) Se considera un promedio de temp. Máxima diaria del aire entre 26,4 – 32,5 °C.

**Cuadrado III-3: Características Bacteriológico Agua de Mesa**

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE	MÉTODO DE ENSAYO
<b>Recuento de Bacterias Coliformes Totales</b>	UFC/100ml	0	0	Recuento en placa
<b>Recuento de Bacterias Fecales</b>	----	0	AUSENCIA	Membrana Filtrante
<b>Cloro Residual</b>	mg/l	0	mg/l	ORTO - TOLIDINA

NB Norma Boliviana <: Menor que UFC Unidades Formadoras de colonias

Fuente: CEANID, 2019

---

Conclusiones: Agua apta para consumo humano por análisis Bacteriológico. Se recomienda mantener valores de cloro residual en 0,0 mg/l, para aguas envasadas o de mesa, como así también se recomienda esterilizar envases para su llenado y evitar contaminación.

Para la implementación de una "Planta Procesadora de Agua de Mesa", es necesario un sistema completo que abarca la filtración, purificación y desinfección del agua. Un proceso de desinfección elimina impurezas no deseadas del agua por adsorción, destilación, ozono O<sub>3</sub>, radiación UV o intercambio iónico como ya lo mencionamos; y un proceso de filtración, solo impide el paso de las partículas sólidas a través de un filtro o malla, mientras el líquido fluye a través de él. Los filtros de membrana muy finas para purificar por micro filtración, ultrafiltración u ósmosis inversa pueden retener virus, bacterias, sales y minerales. (Tecnología de agua, 2020).

### **3.2. PROCESOS EXISTENTES DE TRATAMIENTOS DE AGUA PARA OBTENER AGUA DE MESA**

Después que se hizo la investigación de los diferentes procesos de obtención de agua de mesa según las empresas que venden todos los equipos a requerir existen tres tipos que contiene Ultrafiltración con Osmosis Inversa, Osmosis Inversa y la otra sin Osmosis Inversa solo con un simple filtro pulidor el cual solo retiene partículas hasta 2 µm. (Coorporación, 2020).

#### **3.2.1. Almacenamiento**

Las aguas para producción de agua de mesa provienen de: aguas de red pública, aguas subterráneas, aguas de manantial, etc, estas deben ser almacenadas en tanques herméticos con el fin de asegurar que no se contaminen antes de su tratamiento. (Coorporación, 2020).

#### **3.2.2. Filtración**

Este proceso físico se da con el fin de retirar del agua ciertas partículas sólidas suspendidas en el agua; para este procedimiento se usan filtros multimedia o también conocidos filtros de lecho profundo, éstos están compuestos de medios filtrantes que

---

son capaces de retener estas partículas sólidas de hasta 20 micras. (Cooperación, 2020).

### **3. 2.3. Carbón activado**

Permiten la eliminación de compuestos orgánicos e inorgánicos, La remoción de estos compuestos ayuda a mejorar considerablemente el sabor y el olor del agua. (Cooperación, 2020).

### **3. 2.4. Ablandador:**

Los equipos ablandadores de agua permiten eliminar los iones de calcio y magnesio presentes en el agua, El agua dura causa un alto riesgo de depósitos de cal en los sistemas de agua de los usuarios, causando incrustaciones, además dañan membranas de ósmosis inversa, incluso aguas muy duras mayor a 500 mg/l de  $\text{CaCO}_3$  generan en el agua un sabor muy desagradable. Los ablandadores de agua son algunas veces incluso aplicados para eliminar hierro, cuando el hierro causa la dureza del agua. Los mecanismos de ablandamiento son capaces de eliminar más de cinco miligramos por litro (5 mg/l) de hierro disuelto. (Cooperación, 2020).

### **3. 2.5. Nanofiltración, Microfiltración (MF), Ultrafiltración (UF) u Ósmosis Inversa (OI)**

#### **3.2.5.1. Microfiltración y Ultrafiltración**

Por un lado, tenemos la microfiltración y la ultrafiltración que permite la separación mecánica de sólidos suspendidos o disueltos mediante un tamiz. La principal diferencia entre ambos procesos es el tamaño de poro de la membrana, que determina qué solutos pueden ser eliminados en el proceso de filtración. Las sustancias de mayor tamaño que los poros de la membrana son retenidas totalmente, e incluso algunas sustancias más pequeñas que los poros también pueden ser retenidas parcial o totalmente dependiendo de la selectividad de la membrana.

Además de la influencia del tamaño de los poros, la distribución de éstos en la estructura de la membrana también es importante en ambos procesos. La microfiltración es capaz de separar pequeñas partículas y la ultrafiltración macromoléculas. En concreto las membranas de microfiltración tienen un tamaño de poro que permite separar tamaños de partículas de distinta naturaleza: sólidos en



---

suspensión, partículas finas, coloides, algas y microorganismos como bacterias dentro del rango:  $0.1 \mu\text{m} - 10 \mu\text{m}$ , y las membranas de ultrafiltración entre  $0,04$  y  $0,1 \mu\text{m}$ .

Además, la productividad de ambos procesos es alta, aunque la permeabilidad es mayor en las membranas de microfiltración y las presiones de trabajo de este proceso son también las más bajas, la ultrafiltración también se caracteriza por unas diferencias de presión requeridas bastantes bajas, ya que apenas existen diferencias osmóticas.

La membrana de ultrafiltración son generalmente membranas porosas y se clasifican por el peso de corte molecular, que equivale al peso molecular de la molécula más pequeña que pueden retener sus poros al 90%, y que oscila entre 1.000 y 500.000 moléculas y macromoléculas. La microfiltración se utiliza para la esterilización en frío de alimentos líquidos y productos farmacéuticos, para la reducción de microorganismos del agua y es común como pretratamiento del agua para nanofiltración y ósmosis inversa. Por su parte, la ultrafiltración se aplica para la eliminación de sustancias orgánicas, en la eliminación de trihalometanos del agua, en el tratamiento de aguas residuales y en la industria textil. (Cooperación, 2020).

### **3.2.5.2. Nanofiltración**

La nanofiltración es un proceso intermedio entre la ósmosis inversa y la ultrafiltración por los niveles de separación que permite y por las presiones de aplicación que requiere.

La membrana de nanofiltración son de estructura microporosa y pueden retener partículas con un tamaño de  $0,1 \text{ nm} - 0,001 \mu\text{m}$ , lo que permite separar del agua la mayoría de moléculas, aunque las de peso molecular más bajo queden retenidas en la membrana parcialmente. Por lo que este proceso permite la separación de sustancias orgánicas (proteínas, azúcares), microorganismos y algunas sales multivalentes. Además, en este proceso la separación de sustancias se lleva a cabo de manera combinada tanto por el tamaño de los poros, como por los mecanismos de disolución-difusión que caracterizan el proceso de ósmosis inversa y que explicamos más en profundidad en el siguiente punto. La nanofiltración se utiliza para la eliminación de metales pesados de las aguas residuales, para descontaminación de las aguas

---

residuales, para la eliminación de nitratos, para la eliminación del color y también como pretratamiento antes de la ósmosis inversa. (Cooperación, 2020).

### 3.2.5.3. Clasificación por tamaños de partículas de filtraciones

- Filtración de Partículas: de 1 a 1000 micras
- Microfiltración: de 0.1 a 1 micras
- Ultrafiltración: de 0.01 a 0.1 micras
- Nanofiltración: de 10 a 100 Å
- Ósmosis inversa: (Hiperfiltración): de 1 a 10 Å

Recordar que 1 micra ( $\mu\text{m}$ ) equivale a 0.0001 Å

### 1.2.5.4 Ósmosis Inversa

Este proceso de membranas retiene prácticamente todas las moléculas más pequeñas de partículas y sales, incluidas las sales monovalentes, mientras que las moléculas de agua pueden pasar libremente a través de la membrana. La característica principal de este proceso es que con las membranas de ósmosis inversa el rechazo de solutos no ocurre mediante filtración, sino que el mecanismo de transporte característico es el de disolución-difusión a través de la membrana, es decir que el proceso de separación se debe a la diferente solubilidad y difusividad en la membrana de los distintos componentes de la solución acuosa y por tanto se trata de un proceso físico-químico, ya que las interacciones que existen entre las moléculas de agua, la membrana y los solutos son las responsables de la separación. Las membranas de OI son hidrófilas para que las moléculas de agua sean atraídas fácilmente y por difusión son transportadas a través de la estructura polimérica de la membrana. (Tecnología de agua, 2020).

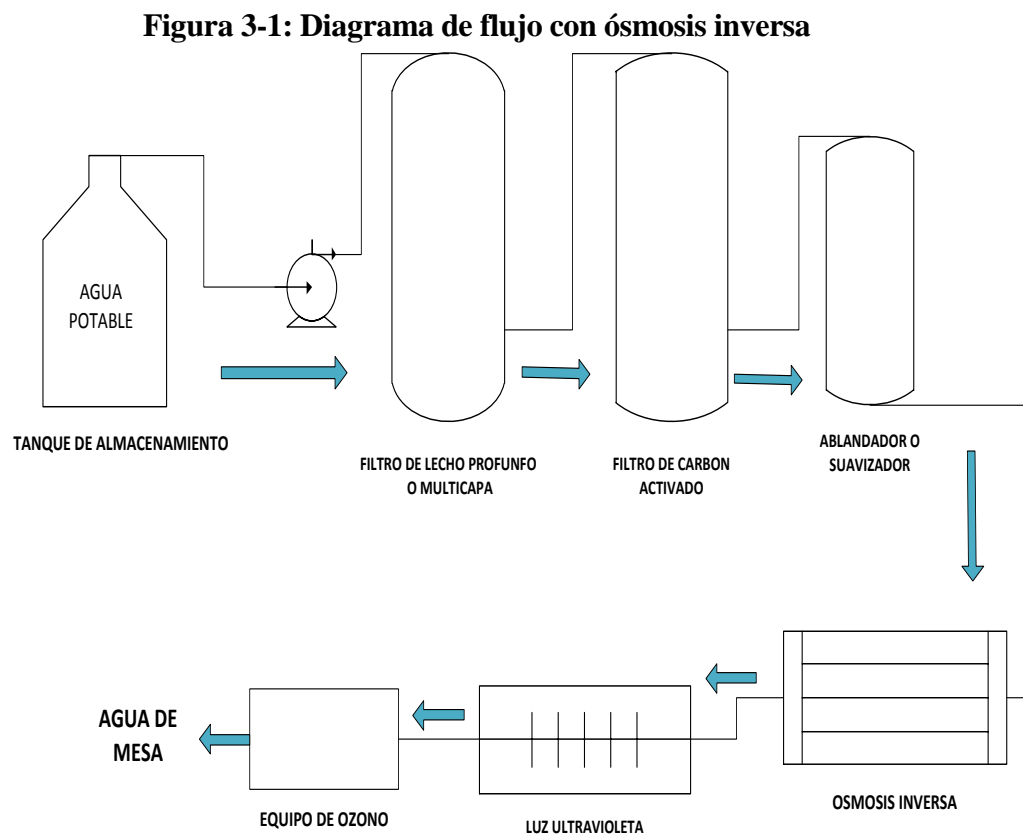
Por lo tanto, los componentes que constituyen el permeado, es decir, los que consiguen atravesar la membrana, deben tener cierta afinidad con el material de la membrana ya que es un factor decisivo para que se puedan disolver en su estructura y posteriormente difundirse a través de ella. De ahí que en ósmosis inversa cubre mucha más importancia el material de la membrana que en los procesos de microfiltración y ultrafiltración. Además, las membranas de ósmosis inversa al ser

densas, y no porosas, presentan unos valores inferiores de permeabilidad, debiéndose trabajar a valores superiores de presión que permitan superar la presión osmótica para lograr que exista un flux razonable de fluido desde la fase concentrada al permeado. La ósmosis inversa es la técnica que más se utiliza en la actualidad para la desalación de agua, ya que permite la eliminación de sales, así como de compuestos orgánicos de bajo peso molecular, permitiendo producir un agua potable de una gran calidad.

### 3. 2.6. Desinfección del agua

Al igual que las aguas de fuente natural, las aguas de mesa deben ser debidamente desinfectadas antes de su envasado, para el cual se utiliza los mismos métodos que van desde la esterilización por rayos UV y/o inyección de ozono.

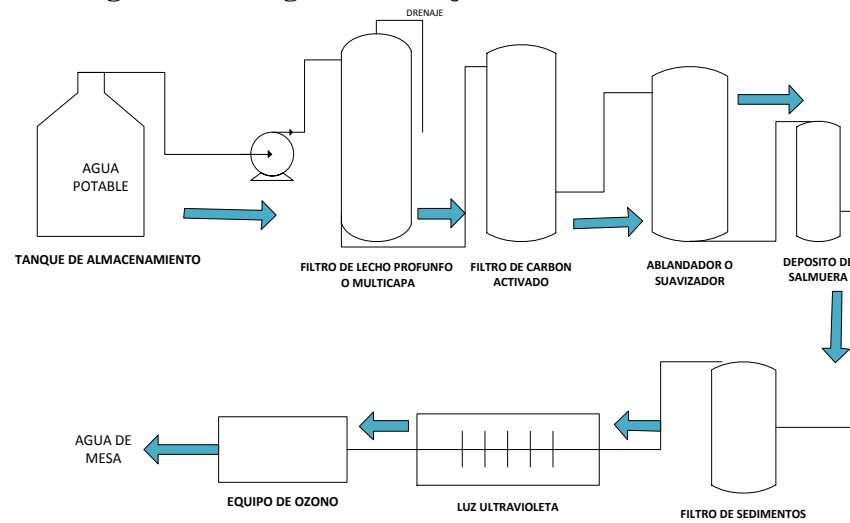
### 3. 2.7. Diagrama de flujo con ósmosis inversa



**Fuente:** (Tecnología de agua, 2020)

### 3. 2.8. Diagrama de flujo sin osmosis inversa

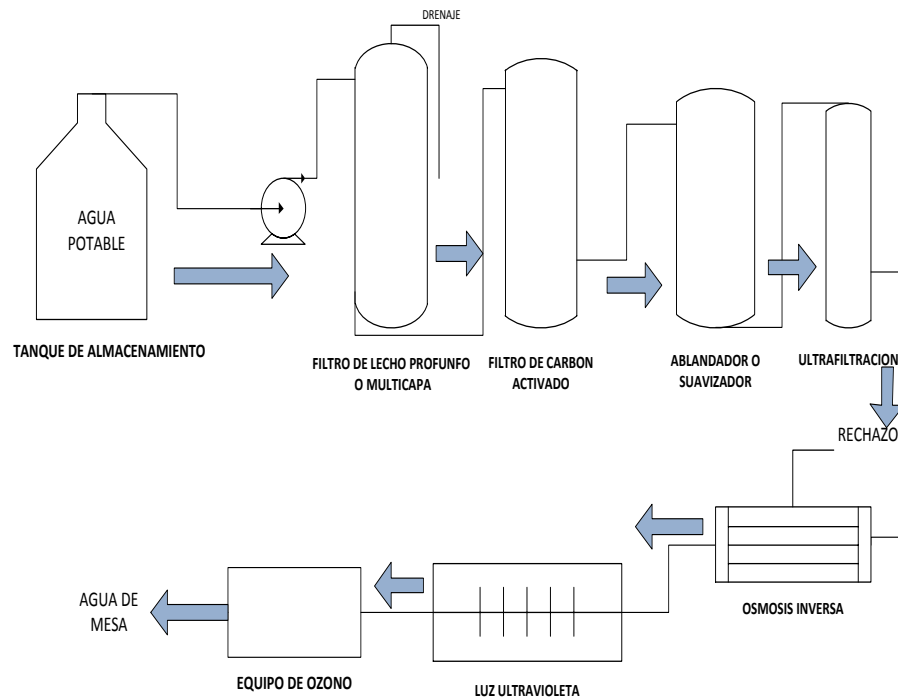
**Figura 3-2: Diagrama de flujo sin ósmosis inversa**



Fuente: (Agua en un sistema tecnológico, 2018)

### 3. 2.9. Diagrama de flujo con ósmosis inversa y ultrafiltración

**Figura 3-3: Diagrama de flujo con ósmosis inversa y ultrafiltración**



Fuentes: (Cooperación, 2020)

### **3.3. SELECCIÓN DEL PROCESO**

Luego de revisar los tres procesos para obtener agua de mesa y analizando todos los datos que se obtiene de la materia prima, se llega a la conclusión que se podría utilizar el proceso sin ósmosis inversa pero como se requiere mejorar la calidad por motivos de que en tiempo de lluvia como se vio en los análisis altera un poco el color se llega a conclusión que se debe optar por el que tiene ósmosis inversa sin ultrafiltración incluido por los siguientes motivos:

- El agua ya es tratada previamente.
- El costo entre ósmosis inversa y aumentar ultrafiltración sería más caro y por la explicación de la materia prima no se necesita tantos tipos de membranas con la más eficientes nos es suficiente.
- Para mejorar la calidad solo se necesita mejorar el color sabor y turbidez por el motivo de las lluvias.
- Tratar con osmosis inversa sin otros filtros de membrana es suficiente ya que una de sus características nos indicia que es más que suficiente como se puede observar anteriormente.

#### **3.3.1. Detalles del proceso de producción de agua de mesa con ósmosis inversa**

##### **3.3.1.1. Almacenamiento**

Las aguas para el proceso de agua de mesa proviene de agua de red pública esta es almacenada en tanques herméticos con el fin que no se contamine antes de su tratamiento estos tanques serán dos de 2300 Litros cada uno porque es continua la producción con forma cilíndrico y sus dimensiones son 2,5m de altura y 130 mm de diámetro y 100% de polietileno de alta calidad desarrollada para almacenamiento de agua. (Tecnología de agua, 2020).

##### **3.3.1.2. Bomba centrífuga**

Este equipo impulsara el agua cruda de un primer tanque, y la alimenta a presión a los equipos de filtración, con 1 Hp de potencia de ingreso y de salida con 130 litros/min con dimensión de 42m. (Tecnología de agua, 2020).

### **3.3.1.3. Filtro Multimedia**

Los filtros multimedia están diseñados para poder filtrar sólidos suspendidos en el agua por medio de varias capas de medios filtrantes de más grueso a más fino. Este diseño hace que las partículas más grandes queden atrapadas en las capas superiores y las más pequeñas en las inferiores. Tal diseño maximiza la capacidad de atrapar partículas que pueden ser arenilla, óxidos, orgánicos y sedimentos en general desde 10-15 micrones a más. (Cooperación, 2020).

Los medios filtrantes son seleccionados por densidad y tamaño para que después las partículas acumuladas se puedan retro lavar y auto limpiar de forma automática usando válvulas de última generación. En este proceso el flujo del filtro se invierte y el agua sucia se va por el drenaje para posteriormente pasar por un enjuague y quedar listo para el servicio tiene forma de tubo cilíndrico con una potencia de 150psi y un caudal máximo de  $4\text{m}^3/\text{h}$  dimensión de alto tiene 1.40m y ancho 40cm (Cooperación, 2020).

### **3.3.1.4. Carbón Activado**

Los filtros de carbón activado, permiten la eliminación de compuestos orgánicos e inorgánicos presentes en el agua potable, sobre todo el cloro que dañan las membranas de ósmosis inversa.

El carbón activado o carbón activo es un material cristalino con una gran cantidad de microporos que se utiliza para adsorber compuestos orgánicos e inorgánicos de una corriente de líquido o gas. Este carbón en forma granular es ampliamente utilizado en la purificación y tratamiento del agua a nivel industrial y doméstico.

Es por esa característica de alta microporosidad que permite retener compuestos orgánicos en su superficie como es el caso del cloro en el agua de red. Al eliminar estos compuestos, el agua mejora su sabor considerablemente. Tienen una forma de tubo cilindro alto 1.40 m y de ancho 40 cm potencia de 150 psia y caudal máximo de  $4\text{m}^3/\text{h}$ . (Tecnología de agua, 2020).

---

### **3.3.1.5. Ablandador de Agua**

Los equipos ablandadores de agua permiten eliminar las sales de calcio y magnesio presentes en el agua por medio de intercambio iónico, estas sales podrían ocasionar incrustaciones en las tuberías y principalmente en las membranas de ósmosis inversa reduciendo su eficiencia. Su forma de un tubo cilindro y un bote de plástico cuadrado con salmuera el cilindro tiene 1.40m de alto y 40cm de ancho presión de 150psi y caudal máximo de 4m<sup>3</sup>/ h. (Coorporación, 2020).

### **3.3.1.6. Ósmosis Inversa**

Este es el proceso de filtración más eficaz y seguro que permite remover el 99.5% de sólidos disueltos en el agua y así obtener un agua con bajo contenido de sales. Se utiliza este proceso cuando la concentración de sales en el agua supera el límite máximo permisible de 500 ppm o el sabor del agua es salado o no agradable. Este proceso es el corazón de la planta purificadora de agua de mesa, garantizando que el sabor del agua mejore considerablemente. La ósmosis inversa garantiza que el agua sea purificada de forma óptima. Tiene una potencia de 150 a 250 psi con una capacidad de 220litro/ hora y está hecho de un acero inoxidable. (Tecnología de agua, 2020).

### **3.3.1.7. Luz Ultravioleta**

En esta parte el agua fluye a través de una Lámpara de Luz Ultravioleta, permitiendo que los microorganismos como bacterias, virus o quistes sean inactivados, impidiendo que se puedan reproducir.

El agua purificada es entonces enviada al siguiente proceso de desinfección donde se eliminan por completo cualquier microorganismo.

El agua se desinfecta a través de una cámara de acero inoxidable que contiene una lámpara que produce luz ultravioleta. En el proceso de desinfección del agua con luz Ultravioleta, el agua se purifica a través de una cámara de acero inoxidable (también llamada «reactor») que contiene un líquido productor de luz UV. A medida que el agua fluye a través de la lámpara, los microorganismo a presentes en el agua reciben una dosis letal de UV.

---

El agua es segura para beber. Sin embargo, los diferentes organismos requieren diferentes niveles de energía UV para alterar su ADN. Este nivel de energía se conoce como dosis UV. El agua se desinfecta a medida que atraviesa una cámara de acero inoxidable que contiene una lámpara que produce UV.

La dosis UV se expresa en  $mWs / cm^2$  o  $mJ / cm^2$ . El estándar aceptado para la mayoría de las aplicaciones es de  $30 mJ / cm^2$ . Una velocidad de flujo más lenta dará como resultado una dosis UV más alta. Cuanto más larga sea la cámara y cuanto más tiempo el agua permanezca en contacto con la lámpara UV, mayor será la dosis. Su potencia es de 22 watts y con un flujo de 5Galones por minuto (Coorporación, 2020).

### 3.3.1.8. Ozono

El ozono tiene un poder de desinfección de 3000 veces más potente que el cloro, permitiendo eliminar completamente cualquier patógeno presente en el agua y sin dejar residuos obteniendo un agua de mesa de excelente calidad y libre de impurezas lista para enviar al área de envasado.

**Tratamiento de agua con ozono** nos permite disfrutar de un agua de excelente calidad libre de microorganismos patógenos y en ausencia de cloro y todos los problemas que este agente biocida conlleva.

En primer lugar, debido al fuerte poder oxidante la calidad de la desinfección con ozono es muy superior a la que se consigue con un tratamiento con cloro. De esta forma, el tratamiento de agua con ozono consigue eliminar virus, bacterias y microorganismos en general cloro-resistentes. Gracias también a este elevado potencial de oxidación conseguimos precipitar metales pesados que pueden encontrarse en disolución y eliminar compuestos orgánicos, pesticidas, y todo tipo de olores y sabores extraños que el agua pudiera contener.

Otra de las importantes ventajas del uso del ozono frente al cloro es la rapidez con la que actúa lo cual nos permite realizar tratamientos muy efectivos en pocos segundos o minutos cuando para realizar un tratamiento de desinfección con cloro es necesario un tiempo de contacto muy superior.

El ozono es un poderoso desinfectante. No sólo elimina las bacterias patógenas, sino que, además, inactiva los virus y otros microorganismos que no son sensibles a la



---

desinfección ordinaria con cloro. Su potencia es de 150watts y tiene una capacidad en 0,5 a 1 gramo/ regulable. (Coorporación, 2020).

### **3.3.1.9. Almacenamiento de Agua de Mesa**

El agua ya purificada se almacena en un tanque totalmente hermético de 2300L, para evitar contacto con el ambiente. El agua luego es impulsada por una bomba centrifuga hasta el sistema de envasado de la planta purificadora de agua. Esta hecho 100% de polietileno de alta calidad desarrollada para almacenamiento de agua con una altura de 165m y 130 mm de diámetro. (López M. , 2011).

### **3.3.1.10. Lavado de botellones**

Para el lavado se utilizará detergentes líquidos de vajillas comunes con una solución de 20 ml de cloro y cepillos especiales (para el lavado que será semiautomático).

Para el enjuague se usa la segunda sección de la lavadora en donde las válvulas que inyectan agua tratada para retirar completamente el detergente usado, tener siempre en cuenta enjuagar varias veces, para retirar completamente el detergente. Los bidones limpios se pasan a la sección de llenado. (López, 2011).

### **3.3.1.11. Llenado, tapado y etiquetado**

Se efectúa por medio de una máquina llenadora, el botellón se coloca sobre una mesa debajo de las válvulas, se llena y luego se lleva a otra mesa fuera del área de llenado, donde se efectúa el tapado con tapas de plástico previamente desinfectados en solución clorada; posteriormente se etiqueta y se traslada al almacén. Este equipo esta echo de acero inoxidable con dimensiones alto x largo x ancho: 2,9m x 2,2 m x0,8m con una capacidad de 12 a 20 litros y con 3 boquillas. (López M. , 2011).

## **3.4. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**

Como en todo proceso es necesario realizar mantenimiento de los equipos para garantizar la eficiencia del tratamiento, detallamos a continuación el mantenimiento necesario para cada uno de los equipos que forman el sistema de tratamiento de agua.

**3.4. 1. Filtros: multimedia, carbón activado y sedimentos:** Estos equipos requieren cambio de elemento filtrante cada cuatro meses.

---

Para mejores resultados en el lavado del filtro se debe rociar agua directamente en pliegues para desalojar los sedimentos. O bien, dejar secar y cepillar la torta de filtro de la superficie de los medios filtrantes.

El sistema de filtración requiere un tratamiento especial, pues los filtros y componentes de los equipos necesitan ser mantenidos con frecuencia y sus componentes reemplazados. Generalmente, el retrolavado de filtros se efectúa según un cronograma que, en la mayoría de los casos, no se define sobre la base de parámetros adecuados. Idealmente, el retrolavado de un filtro debería efectuarse cuando se genera una pérdida de carga en torno a 0.5 y 0.7 kg/cm<sup>2</sup>, es decir, cuando la diferencia de presión de entrada y de salida del agua está alrededor del rango de valores indicado (cuando el filtro está limpio se genera una pérdida de carga de entre 0.2 y 0.3 kg/cm<sup>2</sup>). Para medir la pérdida de carga, normalmente se instalan dos manómetros: uno a la entrada del agua al filtro y el otro a la salida del agua.

A continuación, se detallan algunas características de funcionamiento del sistema de filtración, el cual deberá ser tomado en cuenta para su uso adecuado. (Fiorella, 2015).

**Mantenimiento de pre - filtro de 10 $\mu$ :** El cambio de arenas y gravas en este tipo de filtro debe efectuarse cada 3 ó 5 años.

**Filtro multimedia:** Con este filtro se puede obtener una eficiencia de filtración de sólidos de entre 5-10 micras. Esto se logra colocando los medios granulares de tal forma que el tamaño de los espacios vacíos (poros) disminuye a lo largo de la profundidad del filtro. En donde, las partículas más grandes son captadas por la antracita número uno con un tamaño efectivo (T.E.) de 0,85 – 0,95 mm. El resto de partículas que logran pasar la cama de antracita son captadas por las camas de arena sílica 16 x 35 U.S. Std. Mesh con T.E. de 0,44 – 0,52mm, y por último la cama de garnet número 30 – 40 con T.E. de 0,33 – 0,37 mm.

El medio de soporte que se usa en este filtro es una combinación de grava sílica ¼ x ⅛ U.S. Std. Mesh y garnet número 8 -12 que se coloca por encima de la cama de grava sílica, a este material se le denomina grava de alta densidad. Este arreglo es necesario debido a que el garnet 30 – 40 es un material más denso que la grava sílice. El no colocar la grava de alta densidad, ocasiona que al momento

---

de realizar un retrolavado el garnet de la cama inferior y la grava sílice se mezclen. (Fiorella, 2015).

**Mantenimiento de filtro de Carbón Activado:** El cambio del carbón activado granular debe efectuarse cada 3 meses.

**Filtro de Carbón Activado:** 28 kg carbón activado premium, 12 x 40 mesh, bolsa 25 kg. Y 8 kg grava de cuarzo, 8,0 mm.

**3.4. 2. Ablandado de agua:** El sistema de ablandamiento, necesita regenerar las resinas, para producir agua suavizada, la regeneración la realiza cada 2 días con solución de hipoclorito de sodio al 7,5 %, es decir con la sal industrial granulada, este producto se adquiere en bidones de 20 kg y se utilizan 8 kg por regeneración, es recomendable hacer el mantenimiento preventivo del ablandador (desinfección y remoción de las resinas gastadas) cada año, el cambio total y tiempo de vida útil de las resinas es de 3 a 4 años, dependiendo del uso y funcionamiento de la máquina. (Fiorella, 2015).

**Material:** 2 Pies<sup>3</sup> resina catiónica y 8 kg grava de cuarzo, 8,0 mm.

**Dato Técnico:** Un pie cubico de resina dá una capacidad máxima de 30,000 granos de intercambio requiriendo 7,0 kg. de sal y 23 lts. de agua. El suavizador automático opera al pie cubico de resina con una capacidad de intercambio de 20.000 granos, requiriendo 3.5 kg. de sal y 11,5 lts. de agua.

Si dividimos la dureza del agua (ppm) entre 17.1, obtendremos los granos por galón que podemos suavizar. Si contamos con un suavizador automático de 2 pies cúbicos, tendremos  $2 \times 20.000 = 40.000$  granos disponibles. Si el agua a ser suavizada tiene una dureza de 150 ppm, dividida entre 17,1, tendremos 8,77 granos por galón.  $40.000 \div 8,77 = 4.561$  galones de de agua. Cada 4.561 galones deberá mandar a efectuar el retrolavado. (López M. , 2011).

**3.4. 3. Sistema de ósmosis inversa:** Las partes que forman este equipo son la membrana, electrobomba de alta presión, manómetros, fluxómetros, medidores de conductividad; sin embargo, la parte que más se deteriora y se recambia es la membrana, las demás partes no requieren cambio, la duración depende del uso generalmente es cada 2 años. (Fiorella, 2015).

**Mantenimiento para osmosis inversa:** Los requerimientos más grandes en cuanto a materiales de mantenimiento son las membranas, la vida de éstas es de aproximadamente tres años. Otros requerimientos de mantenimiento son los filtros, limpieza de membrana con agentes químicos, y materiales para la reparación periódica de bombas, motores y equipo de control eléctrico. La limpieza de la membrana se realiza en forma mensual. (Fiorella, 2015).

**3.4.4. Sistema de esterilización de luz ultravioleta:** Este equipo sólo requiere el recambio de la lámpara germicida cada año.

**Luz Ultravioleta:** La lámpara de luz ultravioleta tiene una vida útil de 9000 horas, requiriendo el sistema un total de 8760 horas. (López M. , 2011).

**3.4.5. Generador de ozono:** Necesita cambio de la cámara dieléctrica, componentes electrónicos y limpieza en general cada seis meses. (López M. , 2011).

### **3.5. SANEAMIENTO**

Es necesario tener un programa de limpieza, tratamiento de residuos y control de plagas. Algunas recomendaciones para la elaboración de este plan según la Ley General de Higiene y Seguridad Ocupacional D.S 16998 son:

- El personal asignado a la limpieza y mantenimiento, debe cumplir con las disposiciones sobre aseo y vestimenta.
- El personal en general debe recibir instrucción adecuada y continua sobre manipulación higiénica de bebidas y sobre higiene personal.
- El personal que labora en planta o que tenga acceso a la sala de fabricación no debe ser portador de ninguna enfermedad infectocontagiosa ni tener síntomas de ellas.
- Es necesario capacitar al personal en temas de: calidad sanitaria e inocuidad de alimentos.
- Los servicios higiénicos para el personal deben mantenerse en buen estado de conservación e higiene. Deberán contar con inodoros, lavatorios, duchas y urinarios.

- El personal debe tener claro cuando se debe realizar el lavado de manos: lavarse las manos con agua y jabón antes de iniciar el trabajo, inmediatamente después de utilizar los servicios higiénicos y de manipular material sucio o contaminado, así como todas las veces que sea necesario. Se colocarán avisos que indiquen la obligación de lavarse las manos y deberá haber un control adecuado para garantizar el cumplimiento de este requisito.
- En cuanto a la limpieza y desinfección del local deberán limpiarse minuciosamente los pisos, las estructuras auxiliares y las paredes de las zonas de manipulación de producto. La fábrica deberá disponer de un programa de limpieza y desinfección, el mismo que será objeto de revisión y comprobación durante la inspección.
- Entre las disposiciones de aseo y mantenimiento podemos mencionar que el personal que trabaja en planta debe estar completamente aseado, las manos no deben presentar cortes ni afecciones a la piel. Las uñas deben mantenerse cortas, limpias y sin esmalte. El cabello deberá estar completamente cubierto. No deberán usarse sortijas ni pulseras.

Deberán contar con ropa de trabajo de colores claros. La ropa constará de gorra, zapatos, chaqueta y pantalón y deberán encontrarse en buen estado de conservación y aseo. Para realizar las operaciones de lavado de envases debe contar además con delantal impermeable y botas. (Morales, 2009).

### 3.5.1. Saneamiento a Equipos y Tanques

Duffuaa, Raouf y Dixon señalan que: “Es la combinación de actividades mediante las cuales un equipo/sistema se mantiene o restablece a un estado en el que puede realizar funciones designadas” Los tipos de mantenimiento son:

**Cuadro III-4: Tipo de Mantenimiento a la maquinaria o equipo**

Equipos o Máquinas	Tipo de mantenimiento	Frecuencia
Tanque de almacenamiento de Agua potable	Preventivo	Mensual

<b>Bomba Centrifuga</b>	Preventivo	<b>Mensual</b>
<b>Filtro Multimedia</b>	Preventivo	<b>Semanal</b>
<b>Carbón activado</b>	Preventivo	<b>Semanal</b>
<b>Ablandador de agua</b>	Preventivo	<b>Semanal</b>
<b>Ósmosis Inversa</b>	Preventivo	<b>Semanal</b>
<b>Luz Ultravioleta</b>	Preventivo	<b>Semanal</b>
<b>Ozono</b>	Preventivo	<b>Semanal</b>
<b>Tanque de almacenamiento de Agua de Mesa</b>	Preventivo	<b>Mensual</b>
<b>Lavado de Botellones Semiautomático</b>	Preventivo	<b>Diario</b>
<b>Llenado y tapado</b>	Preventivo	<b>Diario</b>

**Fuente:** Tolentino, 2015.

### **3.6. CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO**

Debido a que el agua de mesa es un alimento empacado, se han creado nuevas reglas, como las buenas prácticas de manufactura (BPM), existen también estándares internacionales ya señalados en el Capítulo 1 para el agua embotellada. Se desea conseguir la calidad óptima del agua tratada, es por eso que la mejor alternativa consiste en seguir los criterios de seguridad alimentaria reconocidos internacionalmente. Contar con una certificación internacional para el tratamiento de agua para consumo humano es una buena alternativa para verificar el cumplimiento de las normas de calidad internacionales.

Las empresas certificadoras usan como norma códigos internacionales como el Codex Alimentarius y criterios adicionales como estándares de auditoría, esto incluye el cumplimiento de los requerimientos del Programa de Análisis de Riesgo y Puntos Críticos de Control (HACCP) en la planta de tratamiento.

El que una empresa tenga en la etiqueta del producto el sello de certificación garantiza que el agua es de una fuente confiable y que se ha producido y empaçado de forma sanitaria. (Padilla, 2016).

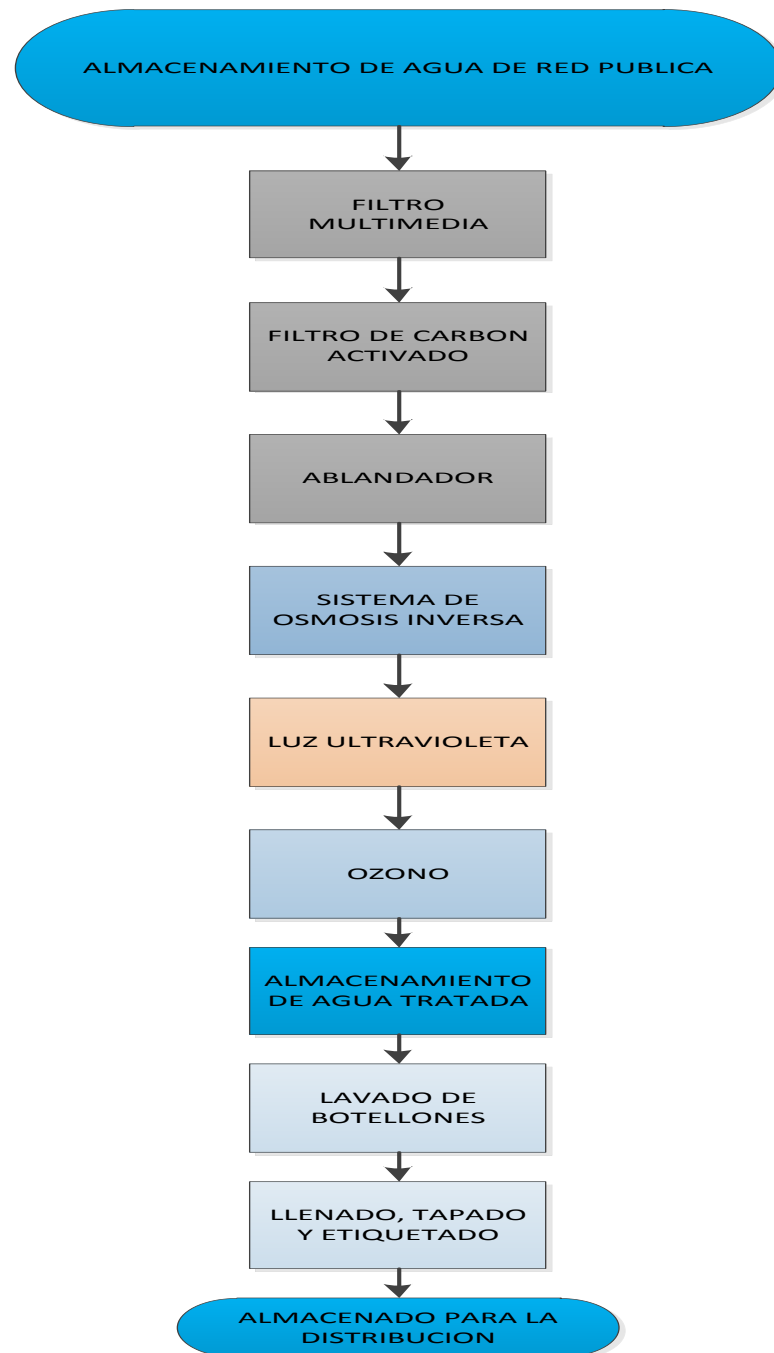
### **3.7. EMBALAJE**

Los envases para el Agua de Mesa, son de material atóxico e inalterable, de manera que evite la posterior contaminación. Los envases para agua potable tratada envasada, podrán ser de cualquiera de los siguientes materiales: Materiales retornables, vidrio, poli carbonato, polietilenterenfalato (PET) y materiales no retornables: además de los retornables se usan los siguientes: plásticos de polietileno o PVC grado alimenticio; platicaron; cartón encerado grado alimenticio; otros materiales poliméricos grado alimenticio.

El tipo de material (retornable o no retornable), empleado para los envases, se deberá indicar en el rótulo o en el mismo envase, usando las indicaciones internacionales establecidas por la Organización Mundial de la Salud. El envase que se eligió para envasar es Botellones de 20 Litros reutilizable en envase ecológico, libre de BPA, fabricado en policarbonato ultra resistente libre de olor y sabor a plástico, transparente su imagen está en el **Anexo A-2, A- 3**.

### 3.8. DIAGRAMAS DE FLUJO PARA OBTENCIÓN DE AGUA DE MESA

Figura 3-4: Diagrama de flujo de la obtención de agua de mesa

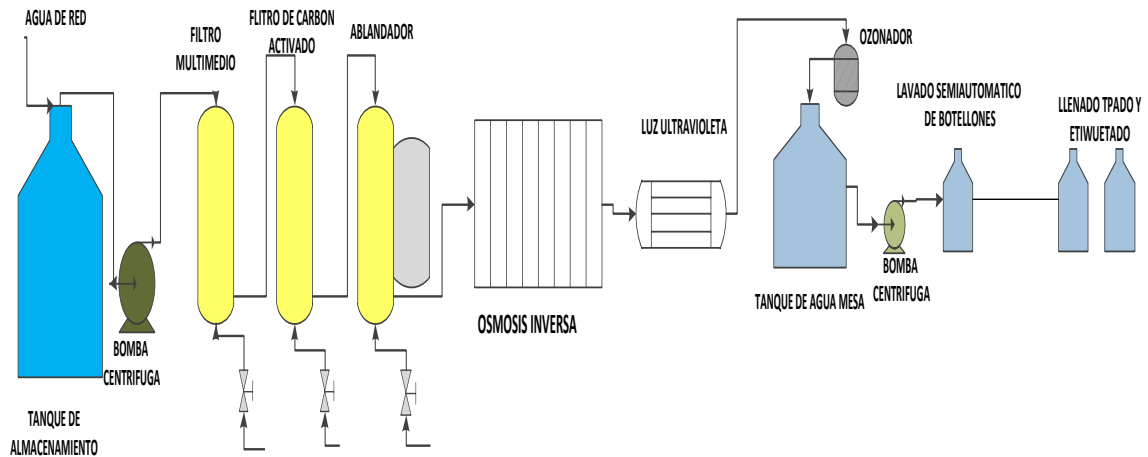


Fuente: Elaboración Propia, 2020.



### 3.9. PROCESO DE AGUA PURIFICADA

Figura 3-5: Diagrama de flujo del proceso de agua purificada



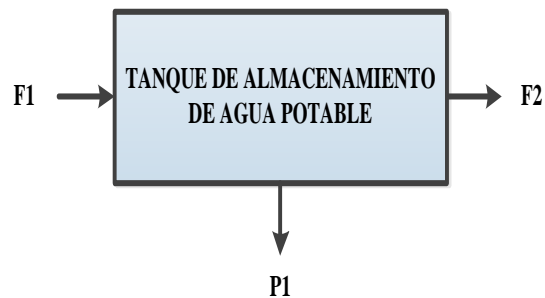
Fuente: Elaboración propia, 2020.

### 3.10. BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA

A continuación, se realiza un balance de materia a cada equipo para considerar la cantidad de materia prima que se transforma en el producto deseado y también la cantidad que se desprecia antes y después del proceso.

#### 3.10.1. Tanque de almacenamiento de agua a procesar

Se considera una pérdida del 0.24% al realizar la limpieza tanque.



Donde:

$F_1$ : 4,486 m<sup>3</sup> de agua/día

$F_2$ : m<sup>3</sup> de agua/día aptas para procesar agua de mesa

$P_1$ : Pérdidas por limpieza

$$F_1 = F_2 + P_1$$

$$F_1 = F_2 + (F_1 \times 0,0024)$$

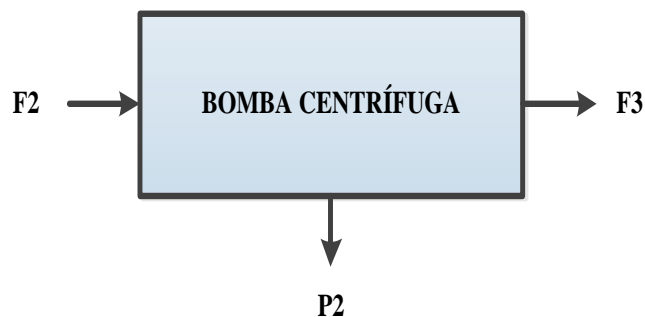
$$F_2 = F_1 - (F_1 \times 0,0024)$$

$$F_2 = 4,486 - (4,303 \times 0,0024)$$

$$F_2 = 4,475m^3 \text{ de agua/día}$$

### 3.10.2. Bomba Centrífuga

Se considera teóricamente una pérdida del 0,3%.



Donde:

$F_2$ : 4,475 de agua/día agua potable

$F_3$ :  $m^3$  agua /día aptas para procesar agua de mesa

$P_2$ : Pérdidas por transporte

$$F_3 = F_2 + P_2$$

$$F_2 = F_3 + (F_2 \times 0,003)$$

$$F_3 = F_2 - (F_2 \times 0,003)$$

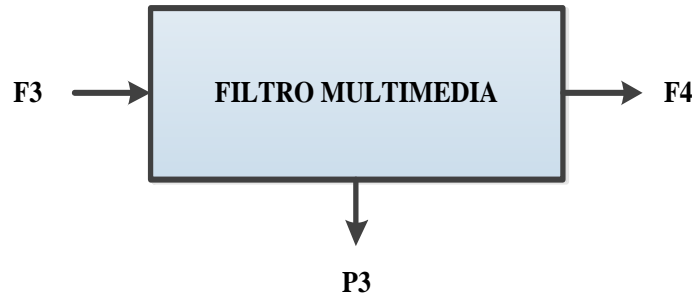
$$F_3 = 4,475 - (4,475 \times 0,003)$$

$$F_3 = 4,462m^3 \text{ de agua /día}$$

### 3.10.3.

### Filtro multimedia

Se considera una pérdida del 0,4% al realizar la limpieza del filtro.



Donde:

$F_3$ :  $4,462m^3$  de agua/día

$F_4$ :  $m^3$  de agua /día aptas para procesar agua de mesa

$P_3$ : Pérdidas por limpieza

$$F_3 = F_4 + P_3$$

$$F_3 = F_4 + (F_3 \times 0,004)$$

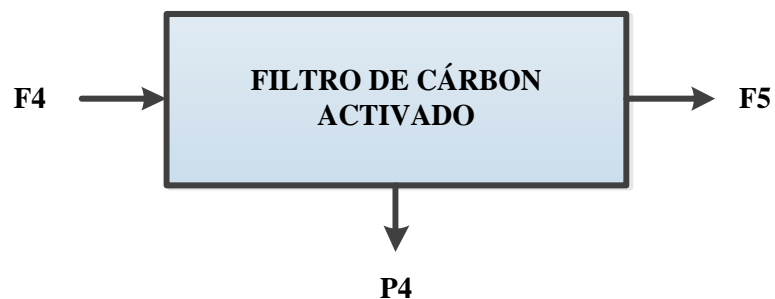
$$F_4 = F_3 - (F_3 \times 0,004)$$

$$F_4 = 4,462 - (4,462 \times 0,004)$$

$$F_4 = 4,444m^3 \text{ de agua /día}$$

#### 3.10.4. Filtro de Carbón Activado

Se considera una pérdida del 0,4% al realizar limpieza.



Donde:

$F_4$ : 4,444 m<sup>3</sup> de agua/día

$F_5$ : m<sup>3</sup> de agua/día aptas para procesar agua de mesa

$P_4$ : Pérdida por limpieza 0,004

$$F_4 = F_5 + P_4$$

$$F_4 = F_5 + (F_4 \times 0,004)$$

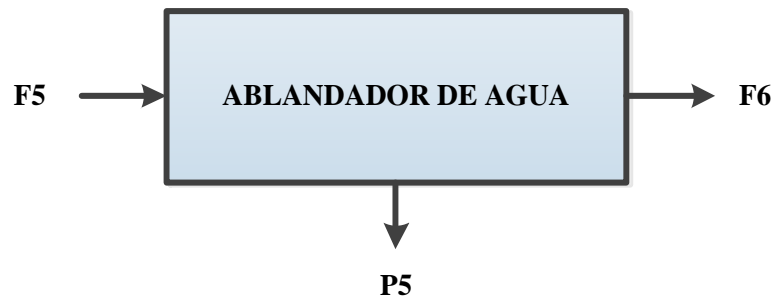
$$F_5 = F_4 - (F_4 \times 0,004)$$

$$F_5 = 4,444 \text{ m}^3 - (4,444 \text{ m}^3 \times 0,004)$$

$F_5 = 4,426 \text{ m}^3$  de agua/día

### 3.10.5. Ablandador de agua

Teóricamente se considera una pérdida de 0.3%



Donde:

$F_5$ : 4,426 m<sup>3</sup> de agua/día

$F_6$ : m<sup>3</sup> de agua/día aptas para procesar agua de mesa

$P_5$ : Pérdidas por limpieza

$$F_5 = F_6 + P_5$$

$$F_5 = F_6 + (F_5 \times 0,003)$$

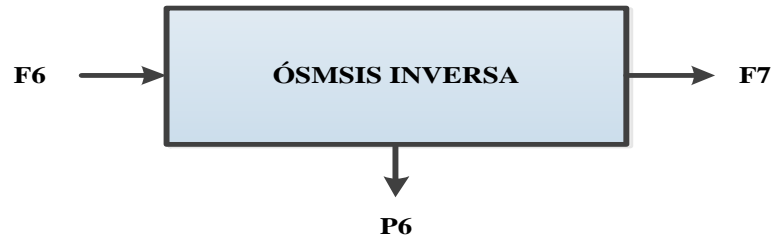
$$F_6 = F_5 - (F_5 \times 0,003)$$

$$F_6 = 4,426 - (4,426 \times 0,003)$$

$$F_6 = 4,413 \text{ m}^3 \text{ de agua/día}$$

### 3.10.6. Ósmosis Inversa

Se considera una pérdida de 0.25%



Donde:

$F_6$ : 4,413 m<sup>3</sup> de agua/día

$F_7$ : m<sup>3</sup> de agua/día aptas para procesar agua de mesa

$P_6$ : Pérdidas por limpieza

$$F_6 = F_7 + P_6$$

$$F_7 = F_6 + (F_6 \times 0,0025)$$

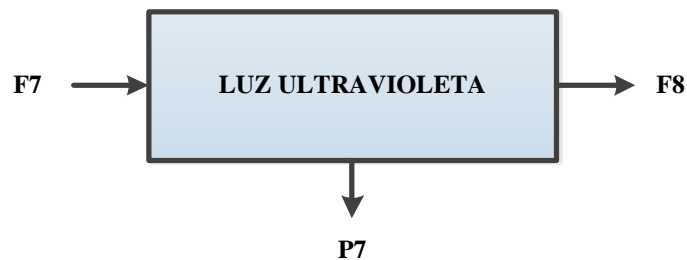
$$F_7 = F_6 - (F_6 \times 0,0025)$$

$$F_6 = 4,413 - (4,413 \times 0,0025)$$

$$F_6 = 4,402 \text{ m}^3 \text{ de agua/día}$$

### 3.10.7. Luz Ultravioleta

Se considera una pérdida de 0.25%



Donde:

$F_7$ : 4,402 m<sup>3</sup> de agua/día

$F_8$ : m<sup>3</sup> de agua/día aptas para producir

$P_7$ : Pérdidas por limpieza

$$F_7 = F_8 + P_7$$

$$F_7 = F_8 + (F_7 \times 0,0025)$$

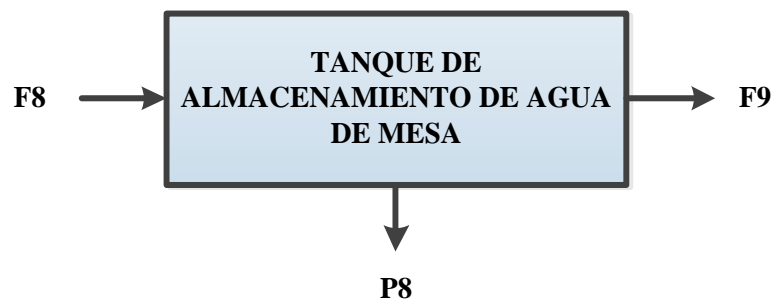
$$F_8 = F_7 - (F_7 \times 0,0025)$$

$$F_8 = 4,402 - (4,402 \times 0,0025)$$

$$F_8 = 4,391 \text{ m}^3 \text{ de agua/día}$$

### 3.10.8. Tanque de almacenamiento de agua tratada

Se considera una pérdida del 0.24% al realizar la limpieza tanque.



Donde:

$F_8$ : 4,391 m<sup>3</sup> de agua/día

$F_9$ : m<sup>3</sup> de agua/día aptas para producir

$P_8$ : Pérdidas por limpieza

$$F_8 = F_9 + P_8$$

$$F_8 = F_9 + (F_8 \times 0,0024)$$

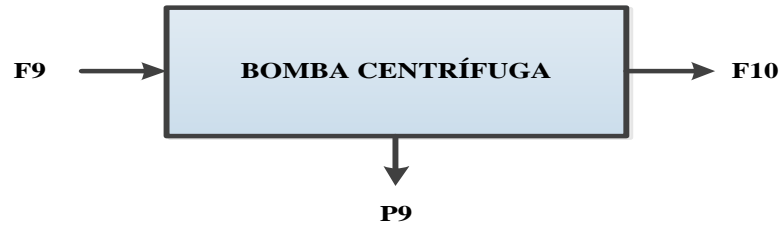
$$F_9 = F_8 - (F_8 \times 0,0024)$$

$$F_9 = 4,391 - (4,391 \times 0,0024)$$

$F_9 = 4,380 \text{ m}^3$  de agua/día

### 3.10.9. Bomba Centrífuga

Se considera una pérdida del 0.3%.



Donde:

$F_9$ :  $4,380 \text{ m}^3$  de agua/día

$F_{10}$ :  $\text{m}^3$  de agua /día aptas para producir

$P_9$ : Pérdidas por transporte

$$F_9 = F_{10} + P_9$$

$$F_9 = F_{10} + (F_9 \times 0,003)$$

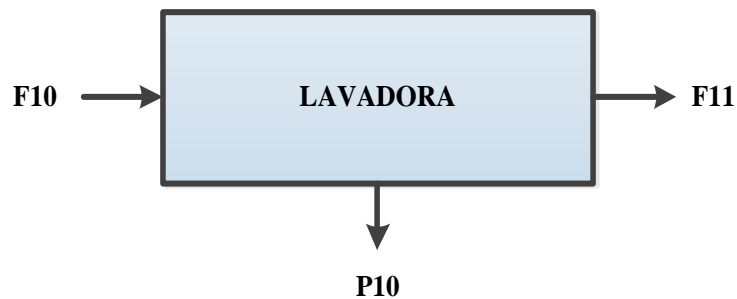
$$F_{10} = F_9 - (F_9 \times 0,003)$$

$$F_{10} = 4,380 - (4,380 \times 0,003)$$

$$F_{10} = 4,367 \text{ m}^3 \text{ de agua /día}$$

### 3.10.10. Lavadora

Se considera una pérdida del 0.3%.



Donde:

$F_{10}$ : 4,367  $m^3$  de agua/día

$F_{11}$ :  $m^3$  de agua /día aptas para producir

$P_{10}$ : Pérdidas por transporte

$$F_{10} = F_{11} + P_{10}$$

$$F_{10} = F_{11} + (F_{10} \times 0,003)$$

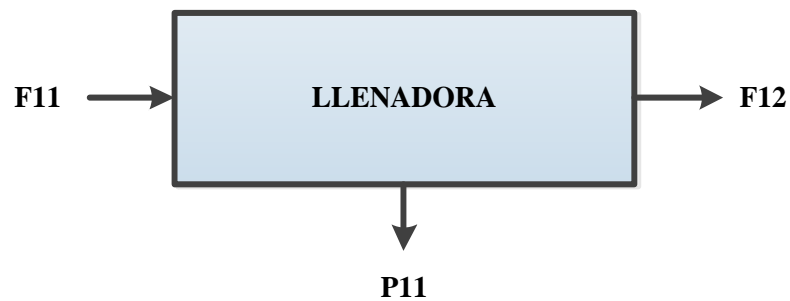
$$F_{11} = F_{10} - (F_{10} \times 0,003)$$

$$F_{11} = 4,367 - (4,367 \times 0,003)$$

$$F_{11} = 4,354 \text{ } m^3 \text{ de agua /día}$$

### 3.10.11. Llenadora

Se considera una pérdida del 0.3%.



Donde:

$F_{11}$ : 4,354  $m^3$  de agua/día

$F_{12}$ :  $m^3$  de agua /día aptas para producir

$P_{11}$ : Pérdidas por transporte

$$F_{11} = F_{12} + P_{11}$$

$$F_{11} = F_{12} + (F_{11} \times 0,003)$$

$$F_{12} = F_{11} - (F_{11} \times 0,003)$$

$$F_{12} = 4,354 - (4,354 \times 0,003)$$



$$F_{12} = 4,344 \text{ m}^3 \text{ de agua /día}$$

**Cuadro III-5: Resumen del balance de materia de todo el proceso**

Nº	OPERACIÓN	ENTRADA (m <sup>3</sup> / día)	SALIDA (m <sup>3</sup> /día)	PÉRDIDA DE MATERIA %	PÉRDIDA DE MATERIA (m <sup>3</sup> )
1	Tanque de almacenamiento	4,486	4,475	0.24	0,0024
2	Bomba	4,475	4,462	0.3	0,003
3	Filtro multimedia	4,462	4,444	0.4	0,004
4	Filtro de carbón activado	4,444	4,426	0.4	0,004
5	Ablandador	4,426	4,413	0.3	0,003
6	Osmosis inversa	4,413	4,402	0.25	0,0025
7	Luz ultravioleta	4,402	4,391	0.25	0,0025
8	Ozono	4,391	4,391	0.00	0
9	Tanque de almacenamiento del producto	4,391	4,380	0.24	0,0024
10	Bomba Centrifuga	4,380	4,367	0.3	0,003
11	Lavadora	4,367	4,354	0.3	0,003
12	Llenadora	4,354	4,344	0.3	0,003
<b>TOTAL</b>					0,328

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

El balance de energía se realiza con el fin de determinar su gesto en los equipos produce transferencia de calor.

### 3.11. DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO DE EQUIPOS

En los diseños de los equipos utilizamos una capacidad de 50 % para comenzar el proceso y para el diseño de los equipos tomamos como referencia 800 L/h.

#### 3.11.1. Tanque de Almacenamiento

Si se considera que el caudal de agua a tratar es de 800 l/h, y que el tiempo de residencia recomendado es de 2 h, el volumen del tanque de reacción será:

$$V = 400 \text{ litros}$$

Para las dimensiones de altura y diámetro aconsejadas suelen ser iguales y no mayores a 2,5m, según bibliografías anteriores para diseños ya instalados, que puede tomarse como una relación de diseño.

Relación de diseño:  $\text{Altura} = \text{Diámetro} \dots \dots \dots (1)$

Conociendo que:  $V = A H \dots \dots \dots (2)$

Dónde:  $V = \text{volumen del tanque (m}^3\text{)}$

$A = \text{área del tanque (m}^2\text{)}$

$H = \text{Altura del tanque (m)}$

Volumen que ocupará los 400 l/h

$$V = 400 \text{ L/h} = 0,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{\text{real}} = (V + V * 15\%) * 1,2$$

$$V_{\text{real}} = (0,4\text{m}^3 + 0,4\text{m}^3 * 0,15) * 1,2 = 0.552\text{m}^3 = 552 \text{ L} \dots (3)$$

Para todo dimensionamiento de contenedores es necesario diseñar un equipo con un factor de sobre diseño, con lo que se considera un espacio adicional para cualquier circunstancia que pueda darse en el proceso. Para ello se debe tomar un valor de 1,3 como factor de sobre diseño ya que es el más aconsejado por varias bibliografías de diseño de equipos.

Entonces:

$$V_{\text{Real}} = 0.552\text{m}^3 * 1,3 = 0.7176\text{m}^3 \dots\dots (4)$$

Se tiene de (1) que:  $h=D$

Entonces:  $h=2*r \dots\dots\dots (5)$ .

Para un cilindro:  $V=\pi*r^2*h \dots\dots\dots (6)$

Reemplazando (4) y (5) en (6):

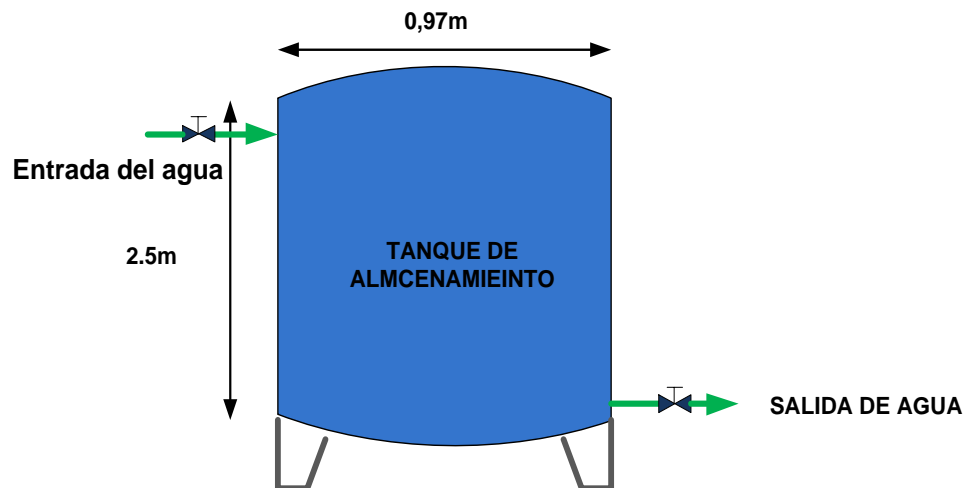
Se tiene:  $V=2*\pi*r^3$

$$0,7176 \text{ m}^3 = 2*\pi*r^3 \dots\dots\dots r = \sqrt[3]{\frac{0.7176 \text{ m}^3}{2\pi}} = 0.485 \text{ m} \dots\dots\dots (7).$$

De (5) se tiene:  $h=2*0.485\text{m}=0,97\text{m}$

Entonces la altura será 2.5m con un diámetro de 0.97m

**Figura 3-6: Tanque de almacenamiento**



**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

### 3.11.2. Filtro de carbón activado

El filtro de carbón activado es idéntico en su diseño al filtro de arena, variando únicamente en la velocidad de filtración ya que se recomienda una velocidad de 6.76

$m^3/hm^2$ , para una altura mínima de lecho de carbón activado de 70 cm. Se observa en la figura 3-7 se tiene la siguiente distribución del lecho de filtración:

MATERIAL FILTRANTE	ALTURA [cm]
1. Grava gruesa (12-18 mm)	hasta cubrir colectores.
2. Grava fina (6-9 mm)	10
3. Arena gruesa(2 -4 mm)	10
4. Carbón activado (1-1.5 mm)	70
5. Expansión del lecho en contra lavado	

Entonces el diámetro para el filtro carbón se calcula en función al tanque pulmón, es decir:

$$D = \sqrt{\frac{4*V}{\pi*H}} \dots\dots\dots (8)$$

Para eso se toma como altura base 2m, esto para fines de cálculo dimensional:  $H = 2m$

Es así que el:

$$D = \sqrt{\frac{4*V}{\pi*H}} = \sqrt{\frac{4*0.4}{\pi*2}} = 0.504m$$

### 3.11.2.1. Área del filtro de carbón activado

$$A = \frac{\pi*D^2}{4} \dots\dots\dots (9)$$

$$A = \frac{\pi * 0.504m^2}{4} = 0.396m^2$$

$$A = 0.396m$$

### Para estimar el área del filtro de carbón activado

$A_{TOTAL} = \text{área del cilindro} + \text{área del círculo}$

$$A_{TOTAL} = (2\pi * r * H) + 2(\pi * r^2) \dots\dots\dots (10)$$

$r$  = radio del tanque (m)

$H$  = altura del tanque (m)

$$A_{\text{TOTAL}} = (2\pi * 0.252\text{m} * 2\text{m}) + 2(\pi * (0.252\text{m})^2)$$

$$A_{\text{TOTAL}} = 3.566\text{m}^2$$

Dadas las medidas ya mencionadas se tiene una velocidad de  $6.76 \text{ m}^3/\text{hm}^2$  filtración para un flujo volumétrico de  $0.4\text{m}^3/\text{h}$ .

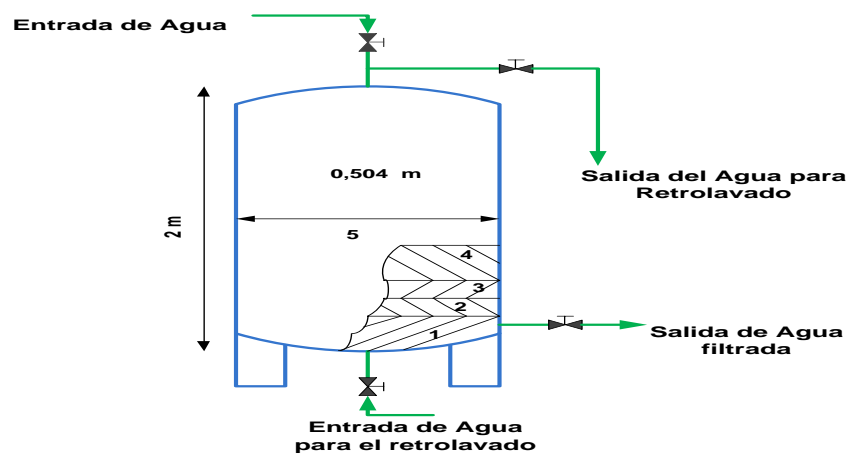
### Capacidad del filtro de carbón activado

$$V = \frac{r}{\pi} * d^2 * H \dots\dots(11)$$

$$V = \frac{0,252}{\pi} * 0,504^2 * 2 = 0,04075\text{m}^3$$

$$V = 40.75 \text{ litro}$$

**Figura 3-7: Filtro de carbón activado**



**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

MATERIAL FILTRANTE

ALTURA [cm]

1. Grava gruesa (12-18 mm)

20 cm

- 
2. Grava fina (6-9 mm) 10 cm
  3. Arena gruesa(2 -4 mm) 10 cm
  4. Carbón activado (1-1.5 mm) 70 cm
  5. Expansión del lecho en contralavado

### 3.11.3. Selección del Esterilizador Luz Ultravioleta

**Figura 3-8: Esterilizador Luz Ultravioleta**



**Fuente:** WATER CENTER S.A

**Cuadro: III-6: Características del equipo**



MARCA	ESTRUCTURA	TIPO DE LÁMPARA	Nº DE LÁMPARAS	POTENCIA DE RADIACIÓN	VOLTAJE
UVW – 150	PVC + Acero Inoxidable	UV-C Presión de Mercurio	2	22Wattios/h	100-240V



**Fuente:** Elaboración propia 2020

Se seleccionó Esterilizador Luz Ultravioleta para un caudal de 800 l/h, por el estudio de mercado que se hizo en el Capítulo I.




### 3.12. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DEL PROCESO



**Cuadro III-7: Especificaciones de los equipos**

N°	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	DIAGRAMA DEL EQUIPO	CONDICIONES DE TRABAJO	OBSERVACIONES
1	<p><b>Tanque de almacenamiento tanque flat</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Capacidad:2300Litros</li> <li>-Dimensión: 2.5m de altura 0.97m de diámetro</li> <li>-Espesor:16</li> <li>-Material: 100% de polietileno de alta calidad desarrollada para almacenamiento de agua.</li> </ul>		<p><b>P</b>= Presión atm</p> <p><b>T<sub>max</sub></b>=70°C</p> <p><b>T<sub>operacion</sub></b>=24h</p>	<p><b>Marca:</b> Duralit</p> <p>Descripción: Esta marca es utilizada por industrias ya que están diseñados para soportar condiciones ambientales habituales.</p>
2	<p><b>Bomba Centrifuga:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caudal máximo: 130L/min</li> <li>- Diámetro de Succión: 1 1/4"</li> <li>- Diámetro de Descarga: 1"</li> <li>- Motor: 2HP- 1,49kW</li> <li>- Turbinas: De Bronce</li> </ul> <p>Velocidad de motor: 3450 rpm</p>		<p><b>P</b> = Presión atm</p> <p><b>T<sub>op</sub></b> =</p> <p><b>T<sub>amb</sub></b>= 25°C</p> <p><b>t<sub>operación</sub></b>= 1,3h</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Marca:</b> PEDROLLO</li> <li>- <b>Modelo:</b> CPM660M</li> </ul>

<p><b>3</b></p>	<p><b>Filtro multimedia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Chupadores inferior ¾ pul</li> <li>-Chupadores superior ¾ pul</li> <li>-Llaves pvc de ¾ pulgada tigre</li> <li>-Tubo pvc de ¾ pulgadas charlot</li> <li>-Presión de trabajo 150 psi</li> <li>-Manómetro de 300 psi</li> <li>-Dimensión alto 1.40m</li> <li>Ancho 40cm</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Presión de agua : 0.15MPa-0.6MPa</li> <li>-Temperatura del agua 5 °C -50 °C</li> <li>-Caudal máximo:4 m<sup>3</sup>/h</li> </ul>	<p><b>Marca: WATER CENTER.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos los parámetros se pueden modificar según la necesidad</li> </ul>
<p><b>4</b></p>	<p><b>Filtro de carbón activado</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-TANQUE DE ACERO FIBRA</li> <li>-Alto 1.40 mtrs</li> <li>-Ancho 40 cm</li> <li>-Presión de trabajo 150 psi</li> <li>-Manómetro de 300 psi</li> <li>-Carbón activado clarimex grabulado</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Presión de agua: 0.15MPa-0.6MPa</li> <li>Temperatura del agua: 5 °C -50 °C</li> <li>- Turbiedad del agua:&lt;20FTU</li> <li>-Caudal máximo: 4 m<sup>3</sup>/h</li> </ul>	<p><b>Marca: WATER CENTER.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos los parámetros se pueden modificar según la necesidad</li> </ul>



<p><b>5</b></p>	<p><b>Ablandador</b>  <b>TANQUE DE ACERO INOXIDABLE</b>          -Alto 1.40 mtrs          -Ancho 40 cm          -Presión de trabajo 150 psi          -Manómetro de 300 psi</p>		<p>-Presión de agua : 0.15MPa-0.6MPa          -Temperatura del agua 5 °C -50 °C          -Caudal máximo:4 m<sup>3</sup>/h</p>	<p><b>Marca: WATER CENTER.</b>          Todos los parámetros se pueden modificar según la necesidad</p>
<p><b>6</b></p>	<p><b>ÓSMOSIS INVERSA</b>          -Capacidad:2200l/h          -Rango de recuperación:50-70%          -Rechazo de sal:95%-98%          -Presión de operación: 150Psia -200Psia</p>			<p><b>Marca: WATER CENTER.</b></p>
<p><b>7</b></p>	<p><b>LUZ ULTRAVIOLETA</b>          -Flujo: 5GPM          -Energía eléctrica: 100V-240V          -Potencia: 22w</p>			<p><b>Marca: WATER CENTER.</b></p>

8	<p><b>OZONO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Material: Acero inoxidable</li> <li>-Potencia:150w</li> <li>-Produccion:0.5gr/O<sub>3</sub>/h-1 gr/O<sub>3</sub>/h regulable</li> </ul>		<p><b>Marca:</b> WATER CENTER</p>
9	<p><b>LAVADORA LLENADORA Y TAPADORA SEMIATOMÁTICA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Material: Acero inoxidable</li> <li>-capacidad max:12ltrs – 20 ltrs</li> <li>-boquillas: 3</li> <li>Altura x largo x ancho: 2,9m x2,2m x 0,8m</li> </ul>		<p><b>Marca:</b> WATER CENTER</p>

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

**Nota:** Todas las especificaciones técnicas se encuentran en los **Anexos: A-2; A-3; A-4**

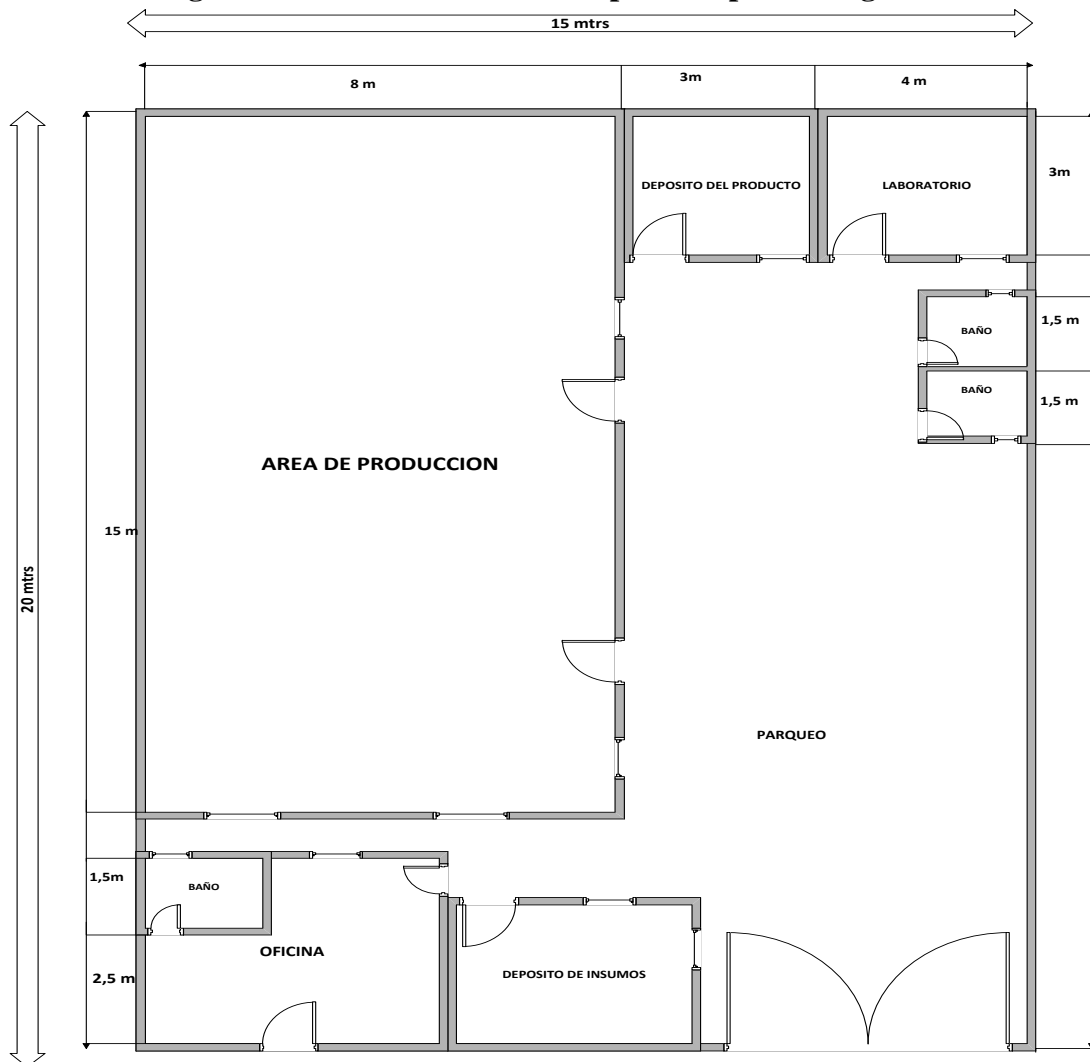
### 3.13. DISTRIBUCIÓN GENERAL DE LA PLANTA

La infraestructura para funcionamiento de la empresa requiere 20 m x 15 m para el área de oficina y la planta purificadora.

- **Determinación de las zonas físicas requeridas**
- Para el proyecto se determinan las siguientes zonas físicas:
- **Área de producción:** Lugar donde se realiza el proceso productivo para elaborar el agua de mesa sin gas.
- **Laboratorio:** Se realiza los análisis a muestras seleccionadas.
- **Depósito de insumos:** Se almacenan las botellas PET, tapas, etiquetas, plástico termo contraíble, etc. al llegar a la planta.

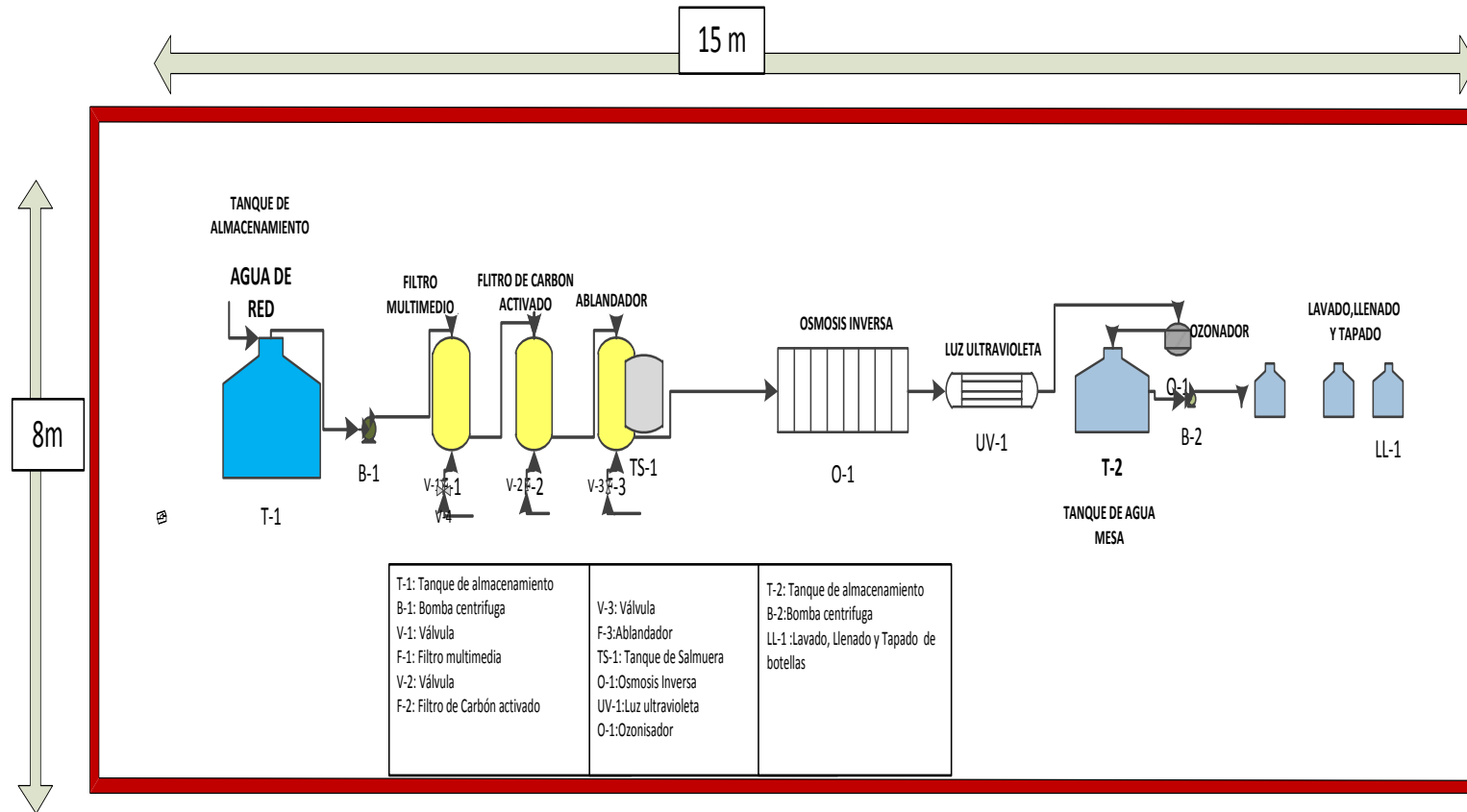
- **Depósito del producto.:** Se almacena agua de mesa sin gas luego del proceso de producción.
- **Oficina:** Lugar de trabajo del personal.
- **Baño:** Los operarios realizan sus necesidades personales.
- **Parqueo:** Ingresan y salen los camiones y otros vehículos para realizar la carga y descarga.

**Figura 3-9: LAYOUT de la descripción de planta en general**



**Fuente:** Elaboración propia, 2020

**Figura 3-10: LAYOUT II de la distribución de los equipos en la planta**



Fuente: Elaboración propia, 2020.

**Figura 3-11: LAYOUT III de la descripción de la planta en general**



**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

### 3.14. SERVICIOS AUXILIARES

#### 3.14.1. Energía Eléctrica

Para conocer la cantidad de energía que se requiere en todo el proceso, es necesario analizar en cada equipo, por ello se detalla a continuación.

**Cuadro III-8: Energía requerida para la producción**

<b>EQUIPO</b>	<b>CONSUMO DE ENERGÍA (KW)</b>
Bomba centrífuga 1HP	0,745
Bomba centrífuga 1HP	0,745
Ósmosis inversa	0,745
Lámpara uv	0,022
Ozonizador	0,15
Lavadora y Llenadora 1HP	0,745
<b>TOTAL</b>	<b>3,152</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

El requerimiento de energía eléctrica será satisfecho por SETAR, con un tendido eléctrico de alta tensión. En la mayoría de los equipos requeridos en el proceso se utiliza la energía eléctrica para su funcionamiento, es por esta razón que es un factor preponderante para el desenvolvimiento normal de la producción.

**Cuadro III-9: Costos de Energía Eléctrica**

<b>PERIODOS</b>	<b>CONSUMO ANUAL (KW)</b>	<b>COSTO (KW/H)</b>	<b>COSTO ANUAL (KW/H)</b>
Primer año	529,536	13,99	<b>7.408,208</b>
Segundo año	605,184	13,99	<b>8.466,524</b>
Tercer año	680,832	13,99	<b>9.524,839</b>

Cuarto año	756,48	13,99	<b>10.583,155</b>
Quinto año	756,48	13,99	<b>10.583,155</b>
Sexto año	756,48	13,99	<b>10.583,155</b>
Séptimo año	756,48	13,99	<b>10.583,155</b>
Octavo año	756,48	13,99	<b>10.583,155</b>
Noveno año	756,48	13,99	<b>10.583,155</b>
Décimo año	756,48	13,99	<b>10.583,155</b>

Fuente: Elaboración propia, 2020.

### 3.14.2. Consumo de Agua

Para conocer la cantidad total de agua que se requiere para realizar todo el proceso, es necesario analizar en cada equipo, por ello se detalla a continuación.

**Cuadro III-10: Agua requerida para la producción**

<b>EQUIPO</b>	<b>CONSUMO DE AGUA (L)</b>	<b>CONSUMO DE AGUA (M<sup>3</sup>)</b>
Tanque de almacenamiento	5.593	5,593
Bomba E.	5.148	5,148
Filtro multimedia	5.136	5,136
Filtro de carbón	5.112	5,112
Ablandador	5.088	5,088
Ósmosis Inversa	5.076	5,076
Luz UV	5.052	5,052
Ozono	5.052	5,052
Tanque del producto	5.040	5,040
Bomba S.	5.028	5,028
Lavadora	5.016	5,016
Llenadora	5004	5,004

TOTAL	61348	61,348
-------	-------	--------

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

### 3.14.3. Lavado, llenado y tapado

Para este fin, cuentan con una máquina denominada RINSER, que introduce chorros de agua a cada una de las botellas por un tiempo breve. Según mediciones del CPTS, la cantidad de agua utilizada para el enjuague de las botellas PET oscila entre 5 litros por botella. Para optimizar el consumo de agua, puede efectuarse lo siguiente:

Cuidar que los chisguetes estén correctamente alineados y dirijan los chorros de agua hacia el interior de la botella.

Asegurar que los chorros de agua tengan un caudal apropiado para evitar que éstos reboten en las paredes de la botella sin enjuagar. El caudal debe ser regulado de tal forma que el agua, al penetrar en la botella, moje completamente las paredes internas de la misma. También cabe mencionar que, al ser las botellas PET nuevas, el agua de enjuague, que sólo llega a eliminar pequeñas cantidades de polvo, sale casi limpia de la operación. Por esta razón, se recomienda recuperar y reutilizar esta agua de enjuague en actividades como limpieza de pisos, inodoros, limpieza de los baños, riego de los jardines, etc., en lugar de desecharla. (Michigan, 2012)

En el proyecto tendremos una producción diaria de 4.486 litros, el cual de acuerdo al estudio de mercado se determinó que para el proyecto se usarán bidones de 20 litros usando un total de 224 bidones por día.

- Para este efecto requeriremos agua para el lavado de bidones en una cantidad de:
- Para 224 bidones de 20 L:  $224 \times 32 = 7.168$  litros de agua por día.
- Para el lavado y enjuagado de las tapas se usara:  $224 \text{ tapas} \times 0,03 \text{ litros de agua} = 6,72$  Litros/día.
- El total de agua utilizada para el lavado de bidones y tapas es 7.183 litros/día 215.511 litros en un mes, para un año sería 2.586 litros.



**Cuadro III-13 Consumo total de agua**

<b>Total de agua consumida en el proceso</b>	4,486 Litros/día.	4,486m <sup>3</sup> /día
<b>Total de agua consumida en el lavado</b>	7.183 Litros/día.	439.956m <sup>3</sup> /día
<b>TOTAL</b>	718.999Litros/día.	718,999m <sup>3</sup> /día

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

La cantidad de agua que se utilizará durante todo el proceso será suministrada por EPSA MANCHACO SAM.

**Cuadro III-14: Costos de Agua**

<b>PERIODOS</b>	<b>CONSUMO ANUAL (M<sup>3</sup>)</b>	<b>COSTO (BS/M<sup>3</sup>)</b>	<b>COSTO ANUAL (BS/M<sup>3</sup>)</b>
Primer año	258.839,64	1,30	336.491.532
Segundo año	310.607,928	1,30	403.790,306
Tercer año	372.729,514	1,30	484.548,368
Cuarto año	410.002,465	1,30	533.003,204
Quinto año	410.002,465	1,30	533.003,204
Sexto año	410.002,465	1,30	533.003,204
Séptimo año	410.002,465	1,30	533.003,204
Octavo año	410.002,465	1,30	533.003,204
Noveno año	410.002,465	1,30	533.003,204
Décimo año	410.002,465	1,30	533.003,204

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

### **3.15. EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA PLANTA**

La evaluación de la tecnológica se la realiza mediante el Cuadro III-15.

**Cuadro III-15 Evaluación Técnica**

<b>EQUIPO</b>	<b>FUNCIONAMIENTO</b>	<b>TIPO DE CONTROL</b>	<b>FUNCIÓN</b>
Bomba	Discontinuo	Automático	Alta
Filtro multimedia	Discontinuo	Automático	Alta
Filtro de carbón	Discontinuo	Automático	Alta
Ablandador	Discontinuo	Automático	Alta
Ósmosis inversa	Discontinuo	Automático	Alta
Luz uv	Discontinuo	Automático	Alta
Ozono	Discontinuo	Automático	Alta
Bomba	Discontinuo	Automático	Alta
Llenadora	Discontinuo	Automático	Alta

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

### **3.16. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN, CPM Y GANTT**

El cronograma de actividades en la fase de instalación debe contemplar el estudio técnico económico social, licitación y contratación de servicios de supervisión y obras, construcción de obras civiles, adquisición de equipos, pruebas iniciales de la planta; requiriendo estas actividades un año calendario correspondiendo al año cero 2021 y se detalla el desarrollo de las actividades de la siguiente forma Cuadro III-16 y Cuadro III-17: (Flórez, 2015).

**Cuadro III-16: Cronograma de ejecución**

<b>NÚMERO</b>	<b>TAREA</b>	<b>DURACIÓN SEMANAS</b>	<b>COMIENZO</b>	<b>FIN</b>
<b>1</b>	Adquisición de financiamiento	4 semanas	01/05/2021	29/05/2021
<b>2</b>	Adquisición de terreno y trámites legales	2 semanas	31/05/2020	12/05/2021
<b>3</b>	Cierre de terreno y obras de acondicionamiento	6 semanas	14/06/2021	19/07/2021
<b>4</b>	Construcción de ambientes	12 semanas	19/07/2021	04/10/2021
<b>5</b>	Cotización y Compra de maquinaria	11 semanas	04/10/2021	13/12/2021
<b>6</b>	Montaje e Instalación de maquinaria en Planta	2 semanas	13/12/2021	27/12/2021
<b>7</b>	Instalación de servicios auxiliares	1 semanas	27/11/2021	03/01/2022
<b>8</b>	Contratación de personal	1 semanas	10/01/2022	17/01/2022
<b>9</b>	Capacitación de personal	1 semanas	17/01/2022	24/01/2022
<b>10</b>	Pruebas de funcionamiento	1 semanas	24/01/2022	31/01/2022
<b>11</b>	Puesta en marcha y compra de insumos	1 semanas	07/02/2022	07/02/2022

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Cuadro III-17: Diagrama GANTT

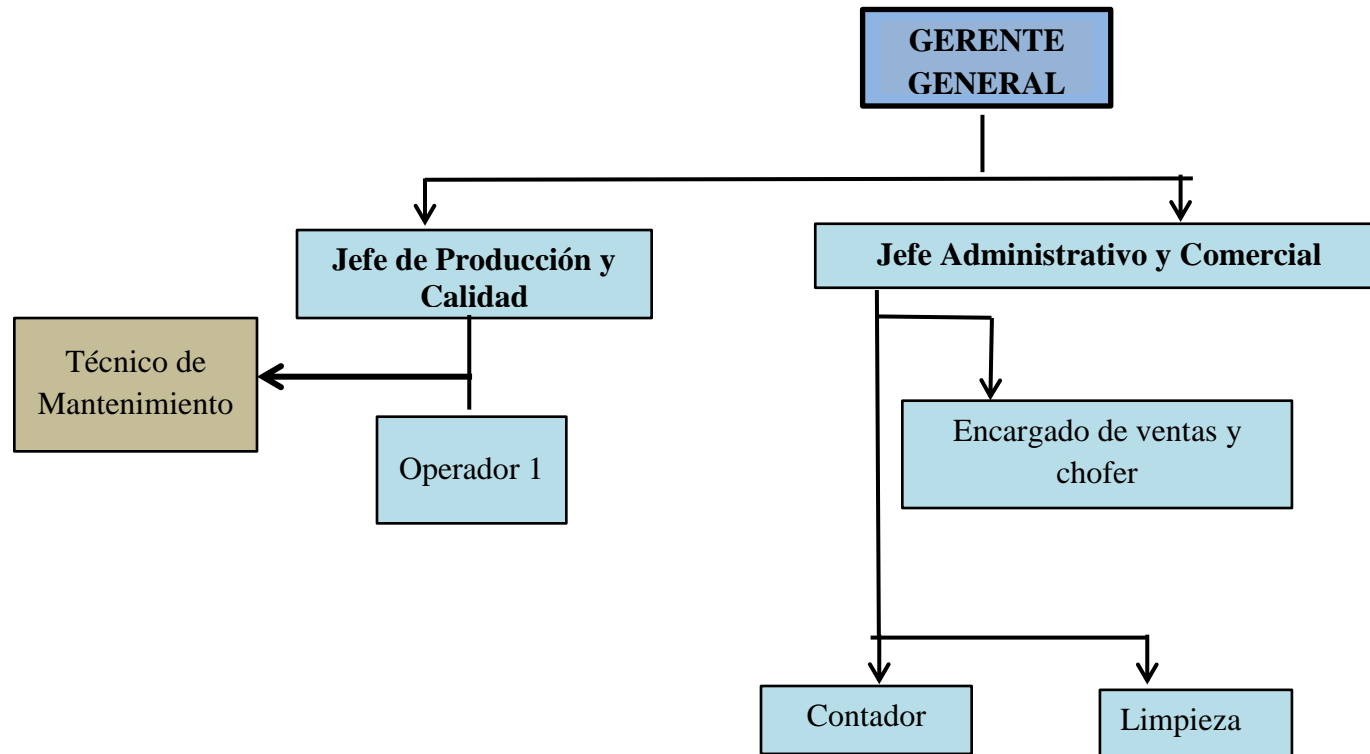
Tiempo Actividad	AÑO 2021												AÑO 2022									
	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	EN.	FEB.												
Adquisición de financiamiento	■	■	■																			
Adquisición de terreno y trámites legales		■																				
Cierre de terreno y obras de acondicionamiento		■	■	■	■	■																
Construcción de ambientes					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Cotización y compra de maquinaria										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Montaje e instalación de maquinaria en planta																		■	■			
Instalación de servicios auxiliares																			■			
Contratación personal																				■		
Capacitación de personal																				■		
Pruebas de funcionamiento																					■	
Puesta en marcha y compra de insumos.																						■

Fuente: Elaboración propia, 2020.

### 3.17. Organización de la empresa envasadora de agua

La organización de la empresa de Agua de mesa estará distribuida de la forma descrita en el siguiente Figura 3-12, para obtener la performance de trabajo.

Figura 3-12: Organigrama de la empresa



Fuente: Elaboración Propia, 2020.

---

### 3.17.1. Descripción de funciones de los principales cargos

#### • Gerente General

El Gerente General es responsable de la empresa asumiendo la representación legal, tiene como propósito, organizar, dirigir y coordinar el funcionamiento y desarrollo del plan de trabajo de todas las áreas de la empresa. Sus funciones son:

- Ejecutar y hacer cumplir los planes de producción, ampliación, cumplimiento del presupuesto y la eficiencia de la empresa.
- Precautelar, cuidar y resguardar los bienes, derechos e intereses de la empresa.
- Establecer las relaciones de comercialización del producto, con organismos de financiamiento, asistencia técnica tendientes a mejorar el desarrollo global de la empresa.
- Controlar, reemplazar, sancionar y retirar al personal subalterno en función del interés de la empresa.
- Evaluar el logro de los objetivos y el desempeño de las diferentes áreas de la empresa.
- Supervisar la administración de los recursos humanos, financieros, y de producción. (Padilla, 2016).

#### • Jefe Administrativo y Comercial

Planifica, dirige y controla las actividades Administrativas de la empresa, entre estas funciones podemos señalar:

- Administración de los recursos financieros y físicos de la empresa.
- Programación presupuestaria anual para todas las áreas de la empresa.
- Contratación del personal requerido.
- Control de planillas del personal que conforman la empresa.
- Cancelación de sueldos.

Por otro lado, es también responsable de comercializar los productos de la empresa, así mismo gestiona la compra de insumos requeridos, entre las funciones que debe desarrollar:

- Define las estrategias de venta.

- 
- Desarrolla actividades de Marketing.
  - Determina la utilidad de la empresa.
  - Realiza proyecciones de venta.
  - Rinde informes de venta periódicamente al gerente general. (Padilla, 2016).

- **Jefe de Producción y Calidad**

Es el encargado de hacer cumplir las obligaciones de los operadores, es decir que es el responsable directo del aprovechamiento eficaz de los medios de producción, realiza un eficiente control del proceso productivo, es el responsable de que el producto y las materias primas cumplan con todas las especificaciones técnicas, por otro lado es el responsable de implementar los sistemas de gestión empezando primero con el de calidad, luego con el de medio ambiente y finalmente con el de seguridad industrial. (Padilla, 2016).

Entre sus actividades señalamos:

- Define e implementa aspectos técnicos de producción, velando por el cuidado y mantenimiento de los equipos, además de cuidar la calidad de los productos elaborados, materia prima e insumos de producción.

- **Contador**

Tiene como objetivo mantener la contabilidad al día. Entre las funciones que debe desarrollar están las siguientes: (Padilla, 2016)

- Encargado de llevar los ingresos y egresos de la empresa.
- Cancelar los impuestos generados por la empresa.
- Llevar contabilidad al día mensualmente.
- Impresión de Libros Contables.
- Elaboración de Reportes Contables.
- Apoyar en tareas administrativas.

- **Mantenimiento**

El técnico de mantenimiento tiene como única función el reparar, dar mantenimiento y evalúa del funcionamiento de la maquinaria y servicios auxiliares de la planta cuando sea necesario. (Padilla, 2016).

---

- **Operadores**

Los operadores forman parte esencial en el proceso productivo, estarán bajo la supervisión del gerente de producción, su función principal es desarrollar las tareas que involucran la producción de Agua de mesa, es necesario mencionar que estos operarios trabajarán en dos turnos comprendidos en 8 horas laborales. (Padilla, 2016).



**CAPÍTULO IV**  
**ASPECTOS ECONÓMICOS DEL**  
**PROYECTO**

#### 4.1. INVERSIÓN DEL PROYECTO

La inversión necesaria para el presente proyecto se evalúa en base a la moneda de nuestro país, es decir en bolivianos. Toda la información necesaria se presenta en los siguientes puntos y el respaldo de cotizaciones en los **Anexos: A-2; A-3; A-4; A-5.**

##### 4.1.1. Estructura de la inversión

La inversión del proyecto se efectúa mediante el análisis de valores de producción de bienes o servicios, con el análisis de inversiones fijas, diferidas y capital de trabajo.

El detalle de inversiones presentado en este capítulo es elaborado en base a las cotizaciones, proformas, comunicación con proveedores nacionales e internacionales y análisis de precios en mercado local de productos inherentes al proceso.(mayor información en los **Anexos: A-2; A-3; A-4.**).

##### 4.1.2. Inversión fija

La inversión de activos fijos, comprende todos aquellos bienes de uso que se adquieren durante la etapa de instalación y/o funcionamiento del proyecto.

##### 4.1.2.1. Activos fijos del proyecto

###### a) Detalle de maquinaria y equipos

Los equipos y maquinaria necesaria para el proceso, se detalla en el siguiente Cuadro IV-1.

**Cuadro IV-1: Maquinaria y equipos**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Bs) Bolivianos	VALOR TOTAL (BS)
1	Tanque de almacenamiento Cap. 2300 Ltrs con altura 2.5 m y diámetro 0.97m	Pza	3	2.367	7.101,00

	100%poliester				
<b>2</b>	Bomba Centrifuga de 1HP automática con caudal 130 litros/min	Pza	2	3.800,00	7.600,00
<b>3</b>	Filtro Multimedia forma tubo cilíndrico con un caudal de 4 m <sup>3</sup> /h presión 150psi alto 1,40m y 40cm de ancho	Pza	1		
<b>4</b>	Filtro de Carbón Activado forma tubo cilíndrico con un caudal de 4 m <sup>3</sup> /h presión 150psi alto 1,40m y 40cm de ancho	Pza	1		
<b>5</b>	Ablandador forma tubo cilíndrico con un caudal de 4 m <sup>3</sup> /h presión 150psi alto 1,40m y 40cm de ancho	Pza	1		
<b>6</b>	Osmosis Inversa potencia 150-250 psia capacidad de 2200 litros/hora	Pza	1		

7	Luz Ultravioleta potencia 22 watts con flujo de 5 galones por minuto	Pza	1		
8	Ozonizador co potencia e 150watts y producción de 0,5 a 1 gr/regulable	Pza	1		
	COSTO TOTAL				104.550,00
9	Lavadora llenadora y tapadora semiautomática capacidad de 12 a 20 litros con 3 boquillas y una dimensión de 2,9 m de ancho x 2,2 m de largo y 0,8 m de ancho de acero inoxidable	Pza	1	6.970,00	69.700,00
10	Equipo de laboratorio	Kit	1	13.940,00	13.940,00
				<b>Total Bs.</b>	<b>202.891,00</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

**b) Detalle de obras civiles e instalaciones**

Tomando en cuenta las dimensiones de los ambientes tanto de la parte administrativa como la necesaria para implementar el área de equipos de la planta procesadora de agua de mesa en la ciudad de Villa Montes que se describe en el Layout III-1 y Layout III-3, queda comprobado que una dimensión de terreno de 300 m<sup>2</sup> satisface todas las necesidades.

En el Cuadro IV-2, se muestran en detalle los costos de la construcción de los ambientes tanto como para el proceso productivo como para la parte administrativa.

**Cuadro IV-2: Obras civiles e instalaciones**

<b>DETALLE DE OBRAS CIVILES E INSTALACIONES</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO (BS)</b>	<b>VALOR TOTAL (BS)</b>
<b>1</b>	Terreno	m <sup>2</sup>	300	234	70.200
	Área Administrativa				
<b>2</b>	Obra civil Planta Baja	m <sup>2</sup>	23	1.948,80	44.822,4
	Área de Producción				
<b>4</b>	Obra civil	m <sup>2</sup>	156	2.018,4	314.870,4
	Obra Externa				
<b>5</b>	Obra civil cierre Perimetral	M	80	171	11.970
<b>8</b>	Montaje de	pza.	9	500	4.500

	maquinaria y equipos				
				<b>Total Bs.</b>	446.362,80

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

Los costos de Obras Civiles se detallan en el **Anexo A-5, A-9**

Solo existirá obra civil plata baja en la cual se construirá los ambientes necesarios con ladrillo hueco cimiento y sobre cimiento en la cual también irán la obra civil de área de producción donde entra laboratorio depósitos de insumos, productos y un ambiente grande para poner la planta en el cierre perimetral tendremos 80 metros lineales con cimiento sobre cimiento muros cada 3 metros con muros de 2,5 metros.

### c) Detalle de Muebles y Enseres

Los requerimientos mobiliarios e implementos varios se describen a continuación en el Cuadro IV-3.

**Cuadro IV-3: Muebles y enseres**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (BS)	VALOR TOTAL (BS)
<b>1</b>	<b>Muebles administración</b>				
	Escritorio de Madera	Pza	1	650	650
	Silla Giratoria	Pza	1	420	420
	Silla	Pza	2	140	280
	Aire acondicionado	Pza	1	2.100	2.100
	Computadora de Escritorio	pza	1	3.500	3.500

	Extintores	Pza	3	510	1.530
	Impreso/copiadora	Pza	1	750	750
	Teléfono fax	Pza	1	1.400	1.400
	Cesto de basura	Pza	2	100	200
<b>2</b>	<b>Muebles de planta de Producción</b>				
	Mesón	Pza	1	650	650
	Mesa de aluminio	Pza	2	1.600	3.200
	Cesto de basura	Pza	2	100	200
	Sillones	Pza	2	700	1.400
	Gabetero	Pza	2	350	700
	Estante	Pza	3	300	900
	Ropa de trabajo de Planta	Pza	2	180	360
	<b>Total Bs.</b>				<b>18.240,00</b>

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

#### d) Detalle de Vehículos

Los vehículos necesarios para el proceso, como en la etapa de comercialización, se detallan a continuación Cuadro IV-4.

**Cuadro IV-4: Vehículos**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (BS)	VALOR TOTAL (BS)
<b>1</b>	Camioneta Repartidora	Pza	1	104.400,00	104.400,00
<b>Total Bs.</b>					<b>104.400,00</b>

Fuente: Elaboración propia, 2020.

#### 4.1.3. Inversión Diferida

Son inversiones que no presentan desgaste físico, es más bien los gastos pre operativos, dichos gastos se recuperan con la amortización diferida.

**a) Gasto de mano de obra**

Contempla los gastos necesarios tanto del personal permanente como el eventual, tal como se muestra en el Cuadro IV-6 y los beneficios sociales en el Cuadro IV-5.

**Cuadro IV-5: Beneficios sociales**

<b>BENEFICIOS SOCIALES</b>	
Riesgo laboral	1,7 %
Fondo pro vivienda	2%
Seguro social (CNS)	10%
Provisión aguinaldo	8,3%
Provisión indemnización	8,3%
<b>TOTAL</b>	<b>30,3%</b>

**Fuente:** Velásquez, 2010.

**Riesgo laboral:** El aporte laboral de 1,71% por riesgo común se realiza a la Administradora de Fondos de Pensiones que pasará a la Gestora Publica conforme la Ley 065 en forma de prima para el Seguro a largo plazo qtiene por objeto cubrir las pensiones del trabajador por accidentes ocurridos ajenos a la actividad laboral. (Prevision AFP).

**Fondo Pro vivienda:** Por Decreto Supremo 25715 artículo 2° para los efectos del presente Decreto Supremo y el Régimen de Vivienda Social en general, se establece las siguientes definiciones:

**Aporte patronal:** Aporte obligatorio, equivalente al dos por ciento (2%) del Total Ganado del afiliado dependiente, realizando por el empleador con cargo a sus propios recursos. (Prevision AFP)

**Cuadro IV-6: Mano de obra**

<b>N°</b>	<b>PUESTOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>MESES</b>	<b>SUELDO</b>	<b>SUELDO</b>
-----------	----------------	---------------	--------------	---------------	---------------



					<b>ANUAL</b>
<b>1</b>	<b>Gerente General</b>	1.00	13.00	5.500,00	71.500,00
<b>2</b>	<b>Encargado de Ventas y Chofer</b>	1.00	13.00	2.500,00	32.500,00
<b>3</b>	<b>Contador</b>	1.00	13.00	2.300,00	29.900,00
<b>4</b>	<b>Operador de Planta</b>	1.00	13.00	2.122,00	27.586,00
<b>5</b>	<b>Encargada de Limpieza</b>	1.00	13.00	1,000.00	13.000,00
		<b>Total Permanente</b>			174.486,00
	<b>Eventual</b>				
<b>6</b>	<b>Técnico Mecánico</b>	1.00	1.00	3.500,00	3.500,00
	<b>Sub Total</b>				177.986,00
	<b>Beneficios Sociales 30,3%</b>				53.395,8
				<b>Total</b>	<b>231.381,8</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

**b) Detalle de Insumos Generales y Materia Prima**

El costo de los insumos y materia prima necesarios son:

Cuadro IV-7: Insumos y materia prima

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (BS)	VALOR TOTAL (BS)
<b>Materia Prima</b>					
1	Agua	m <sup>3</sup> /año	258.839	1,30	336.490
2	Botellones de	20Litros/año	64.512	22	1419
3	Tapas	pza /año	64.512	0,15	9.6768
4	Etiquetas	pza /año	64.512	0,40	25.8048
5	Agua para limpieza	m <sup>3</sup> /año	64.709	1,30	84.122
6	cloro	Litros/año	2	9,00	18,00
7	Detergente	Litros/año	6	6,00	36,00
8	Sanitizados de Equipos y Tanques	Litros/año	129.4195	1,30	168.245
<b>Total</b>					2.097,256

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

Es necesario mencionar que conjuntamente se realice la producción de agua, se debe realizar análisis a una muestra del producto, para cumplir con los estándares de calidad, por ello en el **Anexo A-10** se detalla los análisis y procedimientos a realizar en el laboratorio.

### c) Insumos energéticos

El Cuadro IV-8 muestra los requerimientos energéticos del proyecto tanto en el proceso como en el área de administración.

Cuadro IV-8: Insumos energéticos

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	POTENCIA (KW/H)	HORAS DE USO DURANTE EL DÍA	DIAS DE TRABAJO DURANTE EL AÑO	KW/AÑO	PRECIO UNITARIO (BS/KW)	VALOR TOTAL BS.
1	Bomba Centrífuga	Pza.	1	0,745	4	288	858,24	0,78	669,43
2	Bomba Centrífuga	Pza.	1	0,745	4	288	858,24	0,78	669,43
3	Lámpara U.V	Pza.	1	0,022	6,5	288	41,184	0,78	32,12
4	Ozonizador	Pza.	1	0,15	6,5	288	280,80	0,78	219,02
5	Lavadora y Llenadora	Pza.	1	0,745	2	288	429,12	0,78	334,71
6	Osmosis Inversa	Pza.	1	0,745	4	288	858,24	0,78	669,43
7	Agua para servicios de planta	m3/año	577					1,30	750,1
<b>Total</b>									3344,24

Fuente: Elaboración propia, 2020.

#### d) Gastos de comercialización

El costo de transporte se refiere al combustible usado para la entrega del producto en los puntos de abastecimiento, esto se muestra en el Cuadro IV-9.

**Cuadro IV-9: Gastos de transporte por año día o mes**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (BS/L)	VALOR TOTAL (BS.)
1	Gasolina	Litros/año	2010	3,74	7517,4
				<b>TOTAL</b>	<b>7517,4</b>

**Fuente:** Elaboración Propia, 2020.

#### 4.1.4. Capital de Trabajo

Considerando que el Capital de Trabajo se define como:

$$\text{Capital de Trabajo} = \frac{\text{Costo total año}}{\text{Días año trabajados}} * \text{Número días ciclo productivo}$$

Número de días del ciclo se refiere al tiempo mínimo requeridos para producir un cierta cantidad de producto de modo que el circulante generado le permita entrar al ciclo de producción futuro (como capital de arranque). (Garay, 2009)

El Cuadro IV-10, muestra los datos tomados en cuenta para evaluar el capital de trabajo.

**Cuadro IV-10: Capital de trabajo**

<b>1</b>	Días año trabajado	288
<b>2</b>	Días del ciclo productivo	120
<b>3</b>	Total costo año(Bs.)	299.597
	<b>CAPITAL DE TRABAJO(Bs.)</b>	<b>124.832,21</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

El capital de trabajo necesario es de Bs. 124.832.21, considerando un total de 288 días trabajados al año, y 120 días del ciclo productivo y el costo total de la empresa anual deducido que es de Bs. 299.597. **Anexo A-11**

## 4.1.5. Costo de Producción

Cuadro IV-11: Costos de producción de agua embotellada

Detalle	Instalación	Producción solo agua										
		AÑOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Costos Totales (a+b)</b>	0	180.449,65	183.524,01	185.061,19	186.598,37	186.598,37	186.598,37	186.598,37	186.598,37	186.598,37	186.598,37	186.598,37
<b>a) Costos Fijos</b>	0	140.393,62	141.295,70	141.746,75	142.197,79	142.197,79	142.197,79	142.197,79	142.197,79	142.197,79	142.197,79	142.197,79
Costos de Administración		105.610,23	105.610,23	105.610,23	105.610,23	105.610,23	105.610,23	105.610,23	105.610,23	105.610,23	105.610,23	105.610,23
Costo de comercialización		2.706,26	3.608,35	4.059,40	4.510,44	4.510,44	4.510,44	4.510,44	4.510,44	4.510,44	4.510,44	4.510,44
Depreciación	0	31.177,12	31.177,12	31.177,12	31.177,12	31.177,12	31.177,12	31.177,12	31.177,12	31.177,12	31.177,12	31.177,12
Amort. Inver. Dif.	0	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00
<b>b) Costos Variables</b>	0	40.056,04	42.228,31	43.314,44	44.400,58	44.400,58	44.400,58	44.400,58	44.400,58	44.400,58	44.400,58	44.400,58
Materia Prima	0	5.242,27	6.989,69	7.863,40	8.737,11	8.737,11	8.737,11	8.737,11	8.737,11	8.737,11	8.737,11	8.737,11
Mano de Obra Directa		33.539,22	33.539,22	33.539,22	33.539,22	33.539,22	33.539,22	33.539,22	33.539,22	33.539,22	33.539,22	33.539,22
Insumo Energético	0	1.274,55	1.699,40	1.911,83	2.124,25	2.124,25	2.124,25	2.124,25	2.124,25	2.124,25	2.124,25	2.124,25

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Cuadro IV-12: Costo de producción de Agua Embotellada + botellón

Detalle	Instalación	Producción agua + botellón									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>AÑOS</b>											
<b>Costos Totales (a+b)</b>	<b>0</b>	<b>174.591,37</b>	<b>194.738,14</b>	<b>204.811,53</b>	<b>214.884,91</b>	<b>214.884,91</b>	<b>214.884,91</b>	<b>214.884,91</b>	<b>214.884,91</b>	<b>214.884,91</b>	<b>214.884,91</b>
<b>a) Costos Fijos</b>	<b>0</b>	93.595,74	94.197,14	94.497,83	94.798,53	94.798,53	94.798,53	94.798,53	94.798,53	94.798,53	94.798,53
Costos de Administración		70.406,82	70.406,82	70.406,82	70.406,82	70.406,82	70.406,82	70.406,82	70.406,82	70.406,82	70.406,82
Costo de Comercialización		1.804,18	2.405,57	2.706,26	3.006,96	3.006,96	3.006,96	3.006,96	3.006,96	3.006,96	3.006,96
Depreciación	<b>0</b>	20.784,74	20.784,74	20.784,74	20.784,74	20.784,74	20.784,74	20.784,74	20.784,74	20.784,74	20.784,74
Amort. Inver. Dif.	<b>0</b>	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00
<b>b) Costos Variables</b>	<b>0</b>	80.995,62	100.541,01	110.313,70	120.086,39	120.086,39	120.086,39	120.086,39	120.086,39	120.086,39	120.086,39
Materia Prima	<b>0</b>	3.494,84	4.659,79	5.242,27	5.824,74	5.824,74	5.824,74	5.824,74	5.824,74	5.824,74	5.824,74
Materiales Directos	<b>0</b>	54.291,60	72.388,80	81.437,40	90.486,00	90.486,00	90.486,00	90.486,00	90.486,00	90.486,00	90.486,00
Mano de Obra Directa		22.359,48	22.359,48	22.359,48	22.359,48	22.359,48	22.359,48	22.359,48	22.359,48	22.359,48	22.359,48
Insumo Energético	<b>0</b>	849,70	1.132,93	1.274,55	1.416,17	1.416,17	1.416,17	1.416,17	1.416,17	1.416,17	1.416,17

Fuente: Elaboración propia, 2020.

## 4.1.6. Costos fijos y variables

Cuadro IV-13: Costos directo, indirecto y costo total

Detalle	OPERACIÓN AÑO										
	AÑOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>COSTO DIRECTO</b>	121.051,66	142.769,31	153.628,14	164.486,97	164.486,97	164.486,97	164.486,97	164.486,97	164.486,97	164.486,97	164.486,97
Materia Prima	8.737,11	11.649,48	13.105,66	14.561,85	14.561,85	14.561,85	14.561,85	14.561,85	14.561,85	14.561,85	14.561,85
Materiales Directos	54.291,60	72.388,80	81.437,40	90.486,00	90.486,00	90.486,00	90.486,00	90.486,00	90.486,00	90.486,00	90.486,00
Mano de Obra Directa	55.898,70	55.898,70	55.898,70	55.898,70	55.898,70	55.898,70	55.898,70	55.898,70	55.898,70	55.898,70	55.898,70
Insumo Energético	2.124,25	2.832,34	3.186,38	3.540,42	3.540,42	3.540,42	3.540,42	3.540,42	3.540,42	3.540,42	3.540,42
<b>COSTO INDIRECTO</b>	233.989,36	235.492,84	236.244,58	236.996,32	236.996,32	236.996,32	236.996,32	236.996,32	236.996,32	236.996,32	236.996,32
Gastos											
Administrativos	176.017,06	176.017,06	176.017,06	176.017,06	176.017,06	176.017,06	176.017,06	176.017,06	176.017,06	176.017,06	176.017,06
Gastos Comerciales	4.510,44	6.013,92	6.765,66	7.517,40	7.517,40	7.517,40	7.517,40	7.517,40	7.517,40	7.517,40	7.517,40
Depreciación	51.961,86	51.961,86	51.961,86	51.961,86	51.961,86	51.961,86	51.961,86	51.961,86	51.961,86	51.961,86	51.961,86
Amort. Inver. Dif.	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
<b>COSTO TOTAL</b>											
(1+2)	<b>355.041,02</b>	<b>378.262,15</b>	<b>389.872,72</b>	<b>401.483,29</b>	<b>401.483,29</b>	<b>401.483,29</b>	<b>401.483,29</b>	<b>401.483,29</b>	<b>401.483,29</b>	<b>401.483,29</b>	<b>401.483,29</b>

Fuente: Elaboración propia, 2020.

---

#### **4.1.7. Costo unitario y determinación de utilidad**

Precio de venta:

Fórmula = Precio de venta = (Costo unitario total) / (1 - % de utilidad).

##### ***Precio de venta-Agua***

15 Bs. (17% de utilidad respecto al costo de unitario de producción).

##### ***Precio de venta - Agua + botellón***

55 Bs. (55% de utilidad respecto al costo unitario de producción).

#### **4.1.8. Estimación de ingresos**

Los ingresos estimados se evalúan a continuación en el Cuadro IV-14, de estado de pérdidas y ganancias.

#### **4.1.9. Determinación de utilidades**

Las utilidades que genera el proyecto se determina en el Cuadro IV-14, estado de pérdidas y ganancias.





Impuesto transacciones	10.810,64	14.414,18	16.215,95	18.017,73	18.017,73	18.017,73	18.017,73	18.017,73	18.017,73	18.017,73
<b>UTILIDAD IMPONIBLE (3-4)</b>	-5.497,12	87.796,38	134.443,14	181.089,89	181.089,89	181.089,89	181.089,89	181.089,89	181.089,89	181.089,89
Impuesto Utilidades 25%		21.949,10	33.610,78	45.272,47	45.272,47	45.272,47	45.272,47	45.272,47	45.272,47	45.272,47
<b>UTILIDAD CONTABLE (5-6)</b>	-5.497,12	65.847,29	100.832,35	135.817,41	135.817,41	135.817,41	135.817,41	135.817,41	135.817,41	135.817,41

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

Como se observa en el Cuadro de Determinación de Utilidades, el proyecto inicia con una capacidad del 50%, la cual se incrementa a un 80% y 90% el segundo y tercer año respectivamente, siendo el cuarto año en el cual llega a su capacidad del 100%. Esto explica el resultado negativo en las utilidades del primer año de ejecución del proyecto, es decir, a la capacidad media con la que se inicia. Cabe mencionar que los ingresos percibidos cubren los costos directos e indirectos de producción, sin embargo el resultado se vuelve negativo al cubrir los impuestos de ley.

## 4.2. FINANCIAMIENTO

### 4.2.1. Necesidad de capital – Estructura de financiamiento

A continuación, se presenta el detalle de requerimientos para la inversión inicial del proyecto. Siendo el 69% del total recursos propios y el 31% aporte solicitado mediante un préstamo bancario.

**Cuadro IV-15: Inversión inicial en Bolivianos (Bs)**

DETALLE	Requerido	Aporte Propio	Aporte Solic.	Total
<b>Inversión (a+b)</b>		642.361,41	156.590,35	798.951,76
<b>a) Inversión Fija</b>	771.893,80	617.515,04	154.378,76	771.893,80
-Maquinaria y Equipos	202.891,00	162.312,80	40.578,20	
-Terreno+Obras Civiles+Montaje	446.362,80	357.090,24	89.272,56	
-Muebles y Enseres	18.240,00	14.592,00	3.648,00	
-Vehículos	104.400,00	83.520,00	20.880,00	
<b>b) Inversión Diferida</b>	27.057,96	24.846,37	2.211,59	27.057,96

-Insumos y Materia Prima	11.057,96	8.846,37	2.211,59	
-Gastos de Organización	6.000,00	6.000,00	-	
-Gastos de Patentes y licencias	3.000,00	3.000,00	-	
-Gastos de puesta en marcha	5.000,00	5.000,00	-	
- Imprevistos	2.000,00	2.000,00	-	
<b>Capital de Trabajo</b>	<b>124.832,21</b>		<b>124.832,21</b>	124.832,21
<b>Inversión Total Requerida (1+2)</b>	923.783,97	642.361,41	281.422,56	<b>923.783,97</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

Se pedirá un préstamo bancario por Bs. 282.000 / DOSCIENTOS OCHENTA DOS MIL BOLIVIANOS del total de la inversión inicial requerida para el proyecto.

#### 4.2.2. Fuentes de financiamiento

Se prevé obtener un financiamiento bancario por el 30% (Bs. 282.000) del total de los recursos necesarios para la inversión inicial.

- **Entidad Bancaria:** Banco Sol.
- **Característica del Crédito:** Crédito para capital de inversión, destinado a la compra de maquinaria y equipo, herramientas, instalaciones, vehículos y otros bienes duraderos, productivos o de ventas del negocio.
- **Tasa de Interés:** 11% anual.

#### 4.2.3. Amortizaciones – Servicio de la deuda

El sistema de amortización de la deuda será tipo francés es aquel mediante el cual el prestatario se compromete a pagar unas cuotas periódicas constantes, que incluyen

capital e intereses. (ASFI)

**Cuadro IV-16: Método Francés – Cuota fija**

N° AÑOS		Saldo capital	Interés capital	Amortización deuda	Cuota fija
	Monto	$SK=K-A$	$I=K*0,11$	$A=M-I$	$M=I+A$
1	282.000,00	265.136,00	31.020,00	16.864,00	47.884,00
2	265.136,00	246.416,95	29.164,96	18.719,04	47.884,00
3	246.416,95	225.638,82	27.105,87	20.778,14	47.884,00
4	225.638,82	202.575,08	24.820,27	23.063,73	47.884,00
5	202.575,08	176.974,34	22.283,26	25.600,74	47.884,00
6	176.974,34	148.557,52	19.467,18	28.416,82	47.884,00
7	148.557,52	117.014,84	16.341,33	31.542,68	47.884,00
8	117.014,84	82.002,47	12.871,63	35.012,37	47.884,00
9	82.002,47	43.138,74	9.020,27	38.863,73	47.884,00
10	43.138,74	0.00	4.745,26	43.138,74	47.884,00
TOTAL			196.840,02		

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

### Cuadro IV-17: Método Alemán – Amortizaciones iguales

El sistema de amortización alemán, se caracteriza porque los intereses que se pagan, se calculan sobre el saldo pendiente de pagar, el cual va disminuyendo paulatinamente a lo largo del tiempo (ASFI).

Nº AÑOS	Monto	Saldo Capital $K=K-A$	Interés Capital $I=K*0,11$	Amortización Capital $A=K/n$	Cuota variable $M=I+A$
1	282.000,00	253.800,00	31.020,00	28200,00	59220,00
2	253.800,00	225.600,00	27.918,00	28200,00	56118,00
3	225.600,00	197.400,00	24.816,00	28200,00	53016,00
4	197.400,00	169.200,00	21.714,00	28200,00	49914,00
5	169.200,00	141.000,00	18.612,00	28200,00	46812,00
6	141.000,00	112.800,00	15.510,00	28200,00	43710,00
7	112.800,00	84.600,00	12.408,00	28200,00	40608,00
8	84.600,00	56.400,00	9.306,00	28200,00	37506,00
9	56.400,00	28.200,00	6.204,00	28200,00	34404,00
10	28.200,00	0,00	3.102,00	28200,00	31302,00
TOTAL			170.610,00		

Fuente: Elaboración propia, 2020.

---

Al evaluar los dos métodos propuestos por la entidad bancaria se determina seleccionar el método de amortizaciones iguales para el pago de la deuda, ya que con el total de intereses a pagar por el préstamo es menor. A pesar de que en un inicio la cuota a pagar es mayor que el método anterior, las cuotas posteriores a abonar serán inferiores e igualmente a la mitad del préstamo ya se habrá amortizado la mitad del capital. (Aguilera, 2013).

**CAPÍTULO V**  
**EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL**  
**PROYECTO**



## 5.1. PUNTO DE EQUILIBRIO

**Cuadro V-1: Punto de Equilibrio en Bolivianos (Bs)**

<b>Punto de Equilibrio/Producto Agua</b>	
<b>Detalle</b>	
<b>Costo Fijo Total</b>	127.572,0
<b>Precio de Venta</b>	15,0
<b>Costo Variable Unitario</b>	4,9
<b>Punto de Equilibrio Unidades</b>	9,232
<b>Punto de Equilibrio Unidades Monetarias/Bs.</b>	138.476,3
<b>Punto de Equilibrio en Unidades Físicas Mes</b>	769,3
<b>Punto de Equilibrio en Unidades Físicas Día</b>	25,6

<b>Punto de Equilibrio/Producto Agua + Botellón</b>	
<b>Detalle</b>	
<b>Costo Fijo Total</b>	85.048,00
<b>Precio de Venta</b>	55,00
<b>Costo Variable Unitario</b>	1657
<b>Punto de Equilibrio Unidades</b>	2,218
<b>Punto de Equilibrio Unidades Monetarias/Bs.</b>	121.972,36
<b>Punto de Equilibrio en Unidades Físicas Mes</b>	184,81
<b>Punto de Equilibrio en Unidades Físicas Día</b>	6,16

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

El punto de equilibrio donde el proyecto no gana ni pierde es de 9232 unidades vendidas al año (agua) y 2218 unidades del producto de agua + botellón al año.

Se realizó el cálculo del punto de equilibrio de ambos productos por separado considerando sus costos y precios respectivos. En términos monetarios el punto de equilibrio considerando la venta de ambos productos es de Bs. 260.448, es decir, el monto total que la empresa deberá comercializar para no ganar ni perder en una gestión.

## **5.2. DETERMINACIÓN DE INDICADORES ECONÓMICOS**

Un indicador económico es un dato estadístico sobre la economía que permite el análisis de la situación y rendimiento económico pasado y presente, así como realizar pronósticos para el futuro, los indicadores económicos incluyen varios índices e informes de gastos y ganancias. (Aguilera, 2013).

## **5.3. FLUJO DE CAJA GENERADO POR EL PROYECTO**

A continuación, se proyecta el flujo de caja financiero generado por el proyecto durante 10 años. Se prevé que el proyecto inicie con el 60% de su capacidad total y llegue al 100% al cuarto año de su inicio, a partir del quinto año se espera un crecimiento proyectado de 5% en el mercado.

**Consideraciones:** Tasa de descuento: 6% anual, en un tiempo de 10 años expresado en bolivianos.



<b>Costos Fijos</b>		263.509,36	261.910,84	259.560,58	257.210,32	254.108,32	251.006,32	247.904,32	244.802,32	241.700,32	238.598,32
Costos de Administración		176.017,06	176.017,06	176.017,06	176.017,06	176.017,06	176.017,06	176.017,06	176.017,06	176.017,06	176.017,06
Costo de Comercialización		4.510,44	6.013,92	6.765,66	7.517,40	7.517,40	7.517,40	7.517,40	7.517,40	7.517,40	7.517,40
Depreciación		51.961,86	51.961,86	51.961,86	51.961,86	51.961,86	51.961,86	51.961,86	51.961,86	51.961,86	51.961,86
Costo Financiero		31.020,00	27.918,00	24.816,00	21.714,00	18.612,00	15.510,00	12.408,00	9.306,00	6.204,00	3.102,00
<b>c) Amortización del Préstamo</b>		<b>28.200,00</b>	<b>28.200,00</b>	<b>28.200,00</b>	<b>28.200,00</b>	<b>28.200,00</b>	<b>28.200,00</b>	<b>28.200,00</b>	<b>28.200,00</b>	<b>28.200,00</b>	<b>28.200,00</b>
<b>d) Impuestos Nacionales</b>		<b>55.934,55</b>	<b>74.579,39</b>	<b>83.901,82</b>	<b>93.224,24</b>	<b>93.224,24</b>	<b>93.224,24</b>	<b>93.224,24</b>	<b>93.224,24</b>	<b>93.224,24</b>	<b>93.224,24</b>
Pago de IVA (Débito-Crédito)		45.123,91	60.165,21	67.685,86	75.206,51	75.206,51	75.206,51	75.206,51	75.206,51	75.206,51	75.206,51
Impuestos transacciones		10.810,64	14.414,18	16.215,95	18.017,73	18.017,73	18.017,73	18.017,73	18.017,73	18.017,73	18.017,73
<b>Depreciación (+)</b>		<b>51.961,86</b>	<b>51.961,86</b>	<b>51.961,86</b>	<b>51.961,86</b>	<b>51.961,86</b>	<b>51.961,86</b>	<b>51.961,86</b>	<b>51.961,86</b>	<b>51.961,86</b>	<b>51.961,86</b>
<b>FLUJO DE CAJA FINANCIERO ANTES DE IUE</b>	334.831,70	- 56.379,16	24.975,03	67.203,13	109.431,23	112.533,23	115.635,23	118.737,23	121.839,23	124.941,23	313.484,60
Impuestos utilidades 25%			6.243,76	16.800,78	27.357,81	28.133,31	28.908,81	29.684,31	30.459,81	31.235,31	78.371,15
<b>FLUJO DE CAJA FINANCIERO (1-2)</b>	<b>- 334.831,70</b>	<b>- 56.379,16</b>	<b>18.731,28</b>	<b>50.402,35</b>	<b>82.073,42</b>	<b>84.399,92</b>	<b>86.726,42</b>	<b>89.052,92</b>	<b>91.379,42</b>	<b>93.705,92</b>	<b>235.113,45</b>
<b>FLUJO ACUMULADO</b>		(391.210,87)	(372.479,59)	(322.077,24)	(240.003,82)	(155.603,89)	(68.877,47)	20.175,45	111.554,88	205.260,80	440.374,25

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Se justifica el flujo negativo del primer año debido a que en este tiempo se da la implementación y puesta en marcha del proyecto, el cual se estima que inicie solamente con el 50% de su capacidad total. Es por esta razón que el total de ingresos previstos no logra cubrir el total de egresos generados por el proyecto. Sin embargo, a partir del segundo año el proyecto ya genera un flujo positivo, el cual se va incrementando en los siguientes años. Por otro lado, el flujo acumulado se vuelve positivo al séptimo año de ejecución (donde se recupera el total de la inversión inicial), este parámetro se encuentra dentro de los límites esperados, ya que se debe considerar que la inversión inicial es elevada y los ingresos generados por el proyecto con su capacidad al 100% se dan en el cuarto año. (Aguilera, 2013)

#### 5.4. INDICADORES FINANCIEROS

A continuación, se muestran los indicadores financieros obtenidos mediante el flujo financiero del proyecto.

**Cuadro V-3: Indicadores de evaluación en Bolivianos**

<b>Indicadores de Evaluación</b>	
<b>VA</b>	<b>Bs498.327,12</b>
<b>VAN</b>	<b>Bs163.495,41</b>
<b>TIR</b>	<b>12%</b>
<b>PRI</b>	<b>7,79 ( 7 años y 7 meses )</b>
<b>PERD. ULT FC ACUM NEG.</b>	<b>6</b>
<b>ABS. ULT FC ACUM NEG.</b>	<b>155.603,89</b>
<b>FC NETO SIG. PER.</b>	<b>86.726,42</b>
<b>Beneficio Costo</b>	<b>1,10</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

- VAN positivo, el proyecto se acepta, el valor actual que genera el proyecto es mayor a la inversión inicial.
- TIR positiva (12%) y mayor al costo de oportunidad del capital invertido que asumimos como un 6%, por lo que el proyecto es considerado viable y rentable.
- PRI, el periodo de recuperación de la inversión es en 7 años y 7 meses.
- Beneficio/Costo mayor a 1, significa que los ingresos netos son superiores a los egresos netos, en consecuencia, el proyecto generará utilidad.

## 5.5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

### 5.5.1. Análisis de sensibilidad unidimensional-TIR

Nota: Incremento de 2 Bs. en el precio para la venta de Agua Embotellada

**Cuadro V-4: Análisis de sensibilidad unidimensional TIR del precio del agua embotellada en porcentaje**

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD UNIDIMENSIONAL		PRECIO/AGUA				
<b>TIR</b>	<b>12%</b>	<b>9,00</b>	<b>11,00</b>	<b>13,00</b>	<b>15,00</b>	<b>17,00</b>
<b>COSTO</b>	<b>13,00</b>	-3%	2%	7%	12%	17%

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

Nota: Incremento de 10 Bs. en el precio para la venta de Agua Embotellada + Botellón

**Cuadro V-5: Análisis de sensibilidad unidimensional TIR del precio del agua embotellada + botellón en porcentaje**

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD UNIDIMENSIONAL		PRECIO/AGUA+BOTELLÓN				
<b>TIR</b>	<b>12%</b>	<b>10,00</b>	<b>20,00</b>	<b>45,00</b>	<b>55,00</b>	<b>65,00</b>
<b>COSTO</b>	<b>24,6</b>	-13%	-4%	6%	12%	18%

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

### 5.5.2. Análisis de sensibilidad bidimensional-TIR

Nota: Incremento de 2 Bs. en el precio.

Incremento y disminución del 10% en el costo de producción.

**Cuadro V-6: Análisis de sensibilidad bidimensional TIR del precio/botellón + agua**

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD BIDIMENSIONAL		PRECIO/BOTELLÓN + AGUA en porcentajes				
<b>TIR</b>	<b>12%</b>	<b>10,00</b>	<b>20,00</b>	<b>45,00</b>	<b>55,00</b>	<b>65,00</b>
<b>COSTO</b>	<b>21,7</b>	3%	8%	22%	26%	31%
	<b>22,2</b>	-4%	3%	17%	22%	28%
	<b>24,6</b>	-12%	-4%	13%	12%	24%
	<b>27,1</b>	-21%	-12%	7%	9%	15%
	<b>29,6</b>		-21%	0%	5%	11%

Fuente: Elaboración propia, 2020.

**Cuadro V-7: Análisis de sensibilidad bidimensional TIR del precio/ agua**

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD BIDIMENSIONAL		PRECIO/AGUA en porcentajes				
<b>TIR</b>	<b>12%</b>	<b>9,00</b>	<b>11,00</b>	<b>13,00</b>	<b>15,00</b>	<b>17,00</b>
<b>COSTO</b>	<b>15,7</b>	-20%	-8%	-2%	4%	10%
	<b>14,3</b>	-9%	-1%	4%	10%	17%
	<b>13,0</b>	-2%	4%	8%	12%	22%
	<b>11,7</b>	5%	10%	16%	22%	26%
	<b>10,5</b>	10%	16%	24%	28%	33%

Fuente: Elaboración propia, 2020.

### 5.5.3. Análisis de sensibilidad unidimensional-VAN

**Cuadro V-8: Análisis de sensibilidad unidimensional VAN del precio**

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD UNIDIMENSIONAL		PRECIO Bolivianos (Bs)				
VAN	175.746,13Bs	9,00	11,00	13,00	15,00	17,00
COSTO	13,00	-226.159,78	-273.423,5	172.225,09	175.746,13	604.319,97

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

**Cuadro V-9: Análisis de sensibilidad unidimensional VAN del precio/agua +botellón**

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD UNIDIMENSIONAL		PRECIO / AGUA + BOTELLÓN Boliviano (Bs)				
VAN	175.746,13Bs	10,00	20,00	45,00	55,00	65,00
COSTO	24,6	-454.318,7	-284.106,5	200.233,6	175.746,13	571.415,4

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.



#### 5.5.4. Análisis de sensibilidad bidimensional-VAN

**Cuadro V-10: Análisis de sensibilidad bidimensional-VAN del precio/agua**

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD BIDIMENSIONAL		PRECIO/AGUA Bolivianos (Bs)				
		9,00	11,00	13,00	15,00	17,00
<b>VAN</b>	175.746,13Bs					
<b>COSTO</b>	<b>15,73</b>	- 643.599,2	- 459.456,9	- 241.322,2	- 30.265,8	170.881,5
	<b>14,30</b>	- 427.329,1	- 234.178,7	- 198.001,2	193.116,1	399.263,61
	<b>13,00</b>	- 236.169,9	- 227.022,3	188.125	175.746,1	650.429,9
	<b>11,70</b>	- 133.023,4	164.224,1	393.341,2	592.028,3	831.575,3
	<b>10,53</b>	136.097,8	352.224,9	564.143,9	763.569,9	963.717,4

Fuente: Elaboración propia, 202

**Cuadro V-11: Análisis de sensibilidad bidimensional-VAN del precio/agua+ botellón**

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD BIDIMENSIONAL		PRECIO / AGUA + BOTELLON Bolivianos (Bs)				
		10,00	20,00	45,00	55,00	65,00
<b>VAN</b>	175,746.13Bs					
<b>COSTO</b>	<b>19,74</b>	- 612.182	128.436,3	603.327,4	794.559,2	971.700,2
	<b>22,20</b>	- 223.160,3	- 720.414	402294,8	591.228,9	783.501,1
	<b>24,67</b>	- 464.2780,6	- 272.021,2	200102,4	175.746,1	581490,7
	<b>27,14</b>	- 654.487	- 475.352,9	- 16,4	193.126,4	376.320,5
	<b>29,60</b>	- 860.323,2	- 673.509,3	- 201.265	- 112,598	177.273,1

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Observando ambos análisis de sensibilidad cabe mencionar que los costos no deben incrementarse más del 20% para que los indicadores se mantengan favorables manteniendo el precio de venta actual de ambos productos.

### **CONCLUSIONES**

Los indicadores generados por el flujo financiero del proyecto en las condiciones dadas son positivos. Esto significa que se recomienda llevar a cabo el proyecto dada su viabilidad.

Se debe considerar mantener los costos establecidos para continuar con los indicadores favorables al proyecto, ya que un incremento del 20% o más sobre los costos resultarían en la negatividad de los indicadores de factibilidad del proyecto.

La mayor parte de los ingresos proviene del agua embotellada + botellón, lo que compensa y permite bajar el precio de venta del Agua embotellada (solo agua) a 15 Bs. para mantener la competitividad del producto en el mercado. Sin embargo el agua embotellada (solo agua) representa el 60% del total de la producción, por lo cual se debe mantener el equilibrio y la importancia en la venta de ambos productos para mantener la utilidad esperada y un flujo de efectivo positivo.

**CAPÍTULO VI**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **6.1. CONCLUSIONES**

Una vez concluido con el análisis de los capítulos precedentes del presente proyecto se llega a las siguientes conclusiones:

El análisis del estudio de pre-factibilidad de una "Planta Procesadora de Agua de Mesa en la ciudad de Villa Montes", determinó la viabilidad del proyecto con un V.A.N. 163.495,41 Bs., una T.I.R. 12 % y un B/C 1,1 Bs., además se constata los altos precios de las empresas competidoras lo que favorece en gran medida al proyecto.

Con el análisis de la localización se determina, que la zona del Barrio Bolívar ubicado en la ciudad de Villa Montes como la más favorable, por tener acceso a servicios necesarios y estables en su suministro, además por la cercanía para comercializar el producto. La existencia de la materia e insumos en la ciudad de Villa Montes, muestra un abastecimiento continuo a la Planta Procesadora de Agua de Mesa en la ciudad de Villa Montes para la producción.

En el estudio de Ingeniería del Proyecto, se realiza la selección del proceso más adecuado para la producción de agua de mesa, llegando a la conclusión que el "Proceso con Osmosis Inversa" proporciona mayor calidad al producto. La mayoría de los equipos necesarios para la producción son equipos con procesos continuos y con pocas pérdidas en el transcurso del procesado obteniéndose mejor calidad del agua del consumo humano en todas estaciones climáticas. El tiempo de producción es de 19 horas continuas.

Efectuando la evaluación económica del proyecto se obtiene un margen de ganancias esperada del 0,25 y un precio de venta de agua sola de 20 Litros 16 Bs y agua más botellón de 55 Bs precio mucho menor a los del mercado consumidor. El análisis de sensibilidad demuestra que existe riesgo de inversión en referencia a la flexibilidad en el porcentaje de ventas de producto necesario para obtener ingresos. Este riesgo disminuye al analizar el mercado favorable en todos los sentidos tanto económico y de aceptación del producto.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

Al analizar el presente proyecto de pre-factibilidad se llega a elaborar las siguientes recomendaciones:

- Es importante que el recurso humano designado dentro de la empresa sean profesionales capacitados para lograr una excelente producción y administración de la Planta Procesadora de agua.
- Se debe considerar a futuro estrategias en el área de ventas y marketing para lograr mayor aceptación en el producto “Agua de Mesa”.
- Se debe considerar la optimización de los costos de producción, optando por la eficiencia en los procesos productivos y de distribución que permitan la reducción de un porcentaje previamente definido, esto con el fin de incrementar las utilidades y mejorar la competitividad de la empresa frente al mercado en términos de precios, sin dejar de lado la calidad del producto.