

2023

# PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE 2 LPS CARIAMANGA



CONSORCIO  
ALCAPARROSAS

NOVIEMBRE, 2023  
QUITO-ECUADOR

## ÍNDICE

<b>1. NORMATIVA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. PARÁMETROS DE DISEÑO .....</b>	<b>2</b>
2.1. Caudal de diseño .....	2
<b>3. DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO .....</b>	<b>2</b>
3.1. RECEPCIÓN DE AGUA CRUDA .....	4
3.2. TORRE DE OXIDACIÓN DE AGUA .....	4
3.3. PLANTA DE TRATAMIENTO .....	5
3.3.1. CANALETA PARSHALL .....	6
3.3.2. MÓDULO DE CONTACTO .....	8
3.3.3. MÓDULO DE FLOCULACIÓN .....	9
3.3.4. MÓDULO DE SEDIMENTACIÓN .....	10
3.3.5. FILTRACIÓN.....	11
3.3.6. TANQUE DE EQUILIBRIO .....	13
4. SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE QUÍMICOS .....	13
4.1. TABLERO DE CONTROL .....	13
<b>5. CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
a) Responsabilidad del contratante .....	14
b) Especificaciones técnicas.....	15
c) Accesorios e instalaciones hidráulicas .....	15
d) Instalaciones eléctricas y automatización del sistema .....	15
e) Puesta en marcha y entrenamiento a personal.....	15
f) Base de asentamiento .....	15
<b>6. CONDICIONES DE DISEÑO .....</b>	<b>16</b>
6.1. Garantía de la estructura de metálicas .....	16
6.2. Garantía de los equipos .....	16
<b>7. TIEMPO DE ENTREGA .....</b>	<b>16</b>
<b>8. PROPUESTA ECONÓMICA .....</b>	<b>17</b>

# **PROPUESTA Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE**

## **1. NORMATIVA**

- El agua tratada cumple con los requisitos de la normatividad ecuatoriana, Instituto Ecuatoriano de Normatividad, NTE INEN 1108:2006, Segunda revisión, AGUA POTABLE. REQUISITOS. El diseño y criterios de construcción están bajo la normativa ecuatoriana NTE INEN 2655: 2012
- ISO 9001

## **2. PARÁMETROS DE DISEÑO**

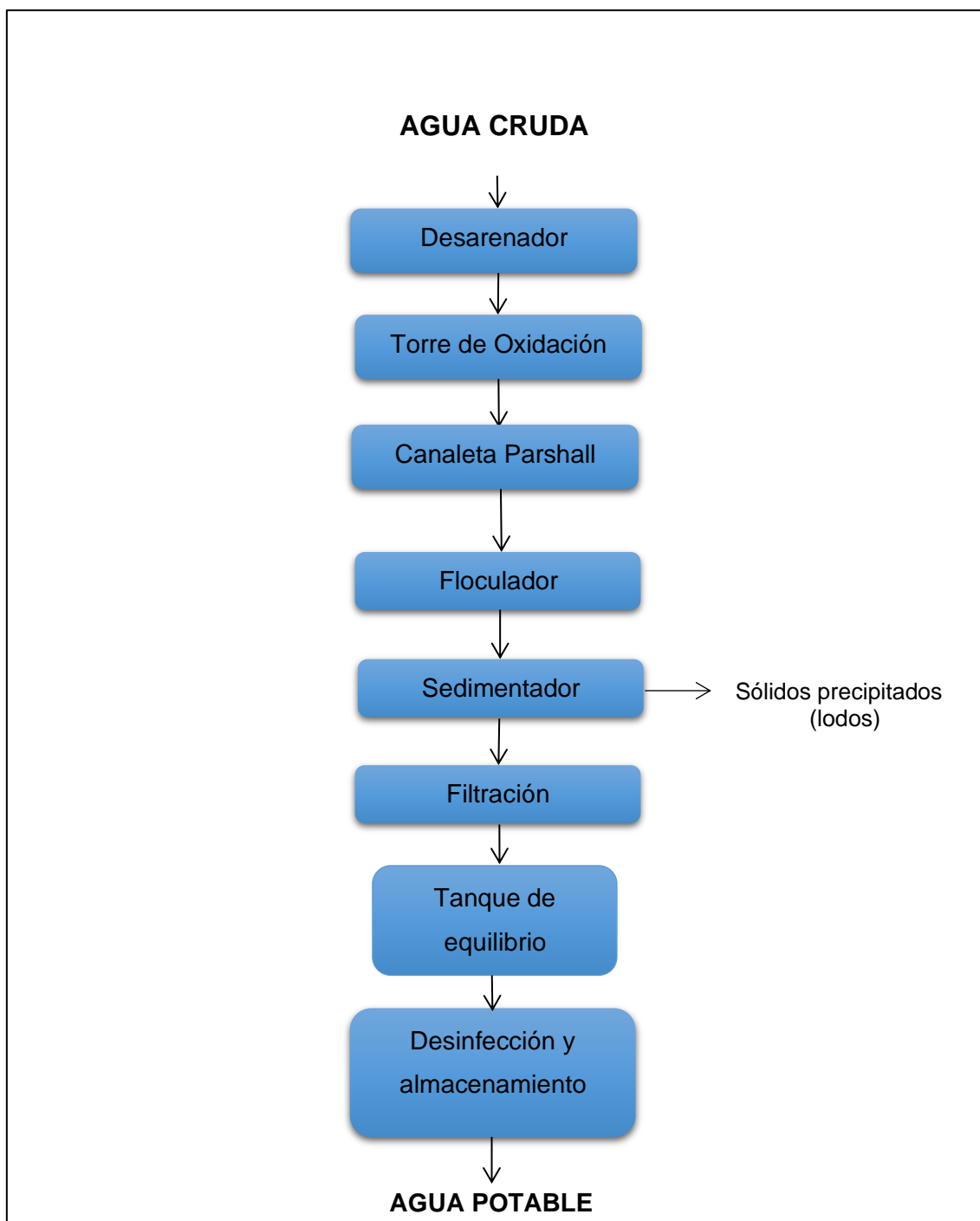
### **2.1. Caudal de diseño**

En primera instancia, es necesario establecer el caudal para el diseño de la Planta de Tratamiento para Agua Potable CARIAMANGA , el caudal ha sido proporcionado por el cliente

$$Q_D = 2 \text{ lps}$$

## **3. DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO**

El sistema propuesto por PROMEC, es el sistema que se detalla en el diagrama de bloques (BFD) de la Figura 1, con el cual la compañía ha obtenido procesos de tratamiento exitosos, consiguiéndose descarga y consumo de agua dentro de normativa.



**Figura 1.** Diagrama de bloques (BFD) del tratamiento propuesto por PROMEC.

El sistema de tratamiento consta de los siguientes módulos de tratamiento.

1. Módulo desarenador
2. Torre de oxidación
3. Mezcla rápida o Canaleta Parshall

4. Sistema floculador
5. Tanque de sedimentación
6. Sistema de filtración
7. Tanque de equilibrio
8. Desinfección por cloro

### **3.1. RECEPCIÓN DE AGUA CRUDA**

Para la recepción de agua, se realizará mediante una bomba sumergible y accesorios de regulación y control de caudal.



**Figura 2.** Modelo de bomba sumergible

### **3.2. TORRE DE OXIDACIÓN DE AGUA**

En la aireación debe ponerse en contacto el agua cruda con el aire, con el propósito de modificar la concentración de sustancias volátiles contenidas en ella, la aireación se recomienda en los siguientes casos (Características de las torres de aireación):

1. Transferir oxígeno al agua y aumentar con ello el oxígeno disuelto.
2. Disminuir la concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).
3. Disminuir la concentración de sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S).
4. Remover el metano (CH<sub>4</sub>)
5. Oxidar hierro (Fe) y manganeso (Mn)

6. Remover compuestos orgánicos volátiles (COV), productores de olores y Sabores provenientes normalmente de aguas o acuíferos subterráneos.



**Figura 3.** Torre de oxidación

La aplicabilidad de los diferentes tipos de aireadores y su dosificación, deben ser determinadas preferiblemente a través de ensayos, controlarse el tiempo de aireación y la eficiencia de remoción; esta última como el porcentaje entre la variable química a remover en el efluente y el afluente.

### **3.3. PLANTA DE TRATAMIENTO**

Con los resultados obtenidos de los análisis físicos – químicos y bacteriológicos, se determinó que la desinfección será el tratamiento adecuado para garantizar la pureza del agua y así eliminar los gérmenes totales y coliformes totales que son los que no cumplen con la normativa. La filtración lenta se la realizará para reducir los microorganismos patógenos que están presentes en el agua.

La planta de tratamiento compacta posee los siguientes procesos de tratamiento de agua:

- Módulo desarenador ( construido por el cliente)
- Floculación
- Sedimentación

- Filtración
- Equilibrio
- Desinfección



**Figura 4.** Planta de tratamiento de agua potable

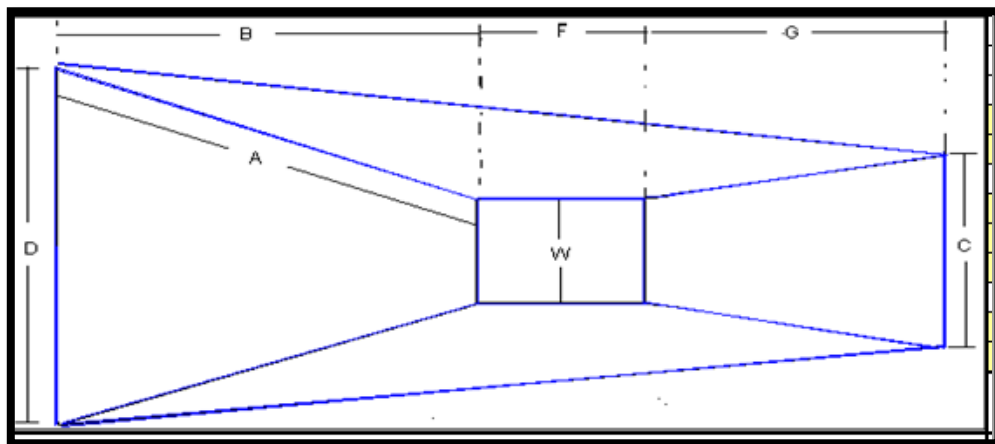
### **3.3.1. CANALETA PARSHALL**

Teniendo en cuenta el caudal de diseño y la necesidad de controlar el caudal de entrada al sistema de tratamiento, se recomienda la instalación de un canal Parshall, como estructura de aforo y medición de caudal.

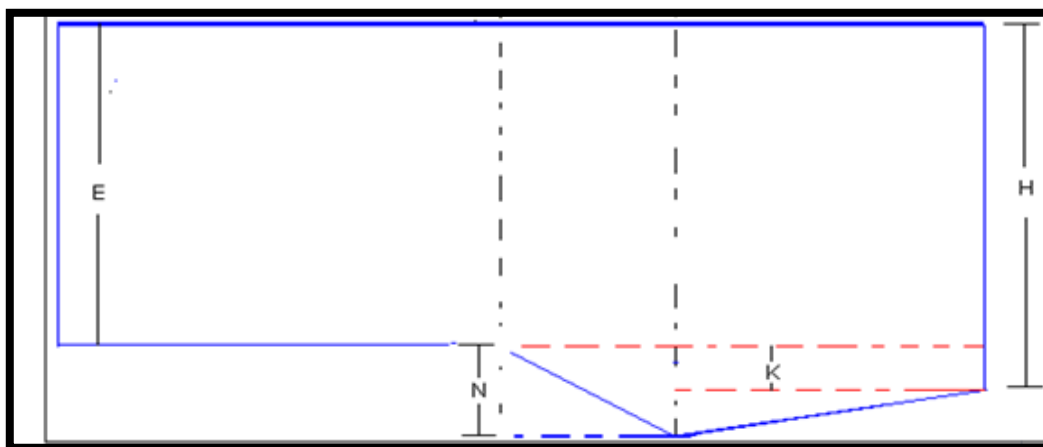


**Figura 5.** Canaleta Parshall

A continuación, se describe las dimensiones de la canaleta Parshall de ancho de garganta de  $w = 3"$  a implementarse:



**Figura 6.** Vista superior de la canaleta parshall



**Figura 7.** Vista lateral de canaleta parshall

**Tabla 1.** Medidas de canaleta parshall

W		A	B	C	D	E	F	G	K	N
	m	M	m	m	m	m	m	m	m	m
3"	0,076	0,466	0,457	0,178	0,259	0,381	0,152	0,305	0,025	0,057



### **3.3.2. MÓDULO DE CONTACTO**

El presente módulo consiste en un proceso de oxidación y coagulación que se da lugar en el tanque contactor. En esta estructura, además, se realizan las funciones de aforo del gasto a tratar, aplicación y mezcla de reactivos coagulantes y distribución proporcional del flujo a los módulos existentes. La incorporación de soluciones de reactivos químicos (aplicados con difusores de tubo de PVC de 1" de diámetro) se realiza aprovechando la energía que se produce por la caída repentina del nivel hidráulico en el vertedor, dándose una mezcla rápida y homogénea.

Como reactivos, en primera instancia, se dosifica PAC que es un coagulante inorgánico a base de sal polimérica de policloruro de aluminio, su mediana basicidad se aplica principalmente en procesos de clarificación de agua cruda y potable, es de fácil aplicación, no requiere de altas dosis para el proceso por lo que lo hace un reactivo efectivo y representa un ahorro en su aplicación, produce una reducida cantidad de lodos, no modifica el pH, genera bajos volúmenes de aluminio residual, por lo tanto no hay incrementos significantes en la conductividad.

El proceso de coagulación consiste en la desestabilización de las partículas coloidales (arcillas) presentes en el agua, logrando que se aglutinen entre sí al romper la fuerza de repulsión que existía debido a fenómenos electroquímicos y foréticos. Como agente coagulante se utiliza sulfato de aluminio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ ) debido a su facilidad de adquisición, almacenamiento, manejo, seguridad y dosificación. Además, este reactivo no provoca efectos nocivos sobre la calidad física, química o biológica del agua tratada y representa un efecto favorable sobre el tamaño del flóculo y sobre la velocidad de asentamiento.

Para este módulo se considera un tiempo de retención hidráulico de 20 minutos.



**Figura 8.** Tanque Contactor

### **3.3.3. MÓDULO DE FLOCULACIÓN**

Una vez cumplida la dosificación de reactivos, el agua pasará al proceso de floculación, que es una operación unitaria necesaria para complementar la adición del coagulante, consiste en la aglomeración de partículas desestabilizadas primero en microflóculos y más tarde en aglomerados voluminosos llamados flóculos, los mismos que se adhieren a las paredes del floculador. Para que las partículas se aglomeren, deben chocar, y el mezclado promueve la colisión. Un mezclado efectivo es el que distribuye el coagulante y promueve colisiones rápidas tomando en cuenta la frecuencia y el número de colisiones entre las partículas, ya que un mezclado lento junta poco a poco los flóculos pero un mezclado muy intenso los rompe y raramente se vuelven a formar en tamaño y fuerza óptimos.



**Figura 9.** Floculador

#### **3.3.4. MÓDULO DE SEDIMENTACIÓN**

La sedimentación es la eliminación de sólidos suspendidos en el agua por asentamiento gravitacional. Los sedimentadores por gravedad se clasifican en tres grandes tipos: sedimentación simple, unidades de contacto de sólidos y asentadores de planos inclinados.

Luego que el líquido ha sido correctamente homogenizado en el floculador con el uso de químicos y/o ligantes, este fluido ingresa al módulo de sedimentación en donde los flocs que escapan a la zona de sedimentación empiezan a atravesar el sedimentador. A su vez, el líquido se distribuye muy uniformemente en toda el área, ecualizando la velocidad ascensional del agua, manteniendo una pendiente constante que no permite que el floc sea barrido hacia arriba por la turbulencia. Estos flocs son capturados, agrupados y por la forma y textura de los módulos, se permite que resbalen fácilmente hacia el fondo.

El flujo laminar es mantenido por el efecto creciente de la fricción del área superficial relativamente grande. Es importante mantener una velocidad adecuada en el sedimentador a fin de permitir que actúe la gravedad en los flocs y que estos no sean impulsados hacia la superficie y de ahí a los filtros.

En esta etapa se elimina, por precipitación, alrededor del 60-70% de los sólidos en suspensión. Para este módulo se considerará un tiempo de retención hidráulico de 40 minutos.



**Figura 10.** Sedimentador de alta tasa

### **3.3.5. FILTRACIÓN**

Esta es la etapa del tratamiento del agua donde el fluido que sale del tanque de equilibrio se dirige por medio de una bomba centrífuga a un filtro de grava y carbón activado en el cual se remueve las partículas suspendidas y coloidales presentes en una suspensión acuosa que escurre a través de un medio poroso. La bomba de filtración se enciende una vez que el tanque de equilibrio este lleno ya que la boya que se encuentra en el tanque envía una señal al tablero de control y automáticamente la enciende.

El sistema de filtración que está compuesto por un filtro vertical de arena con medio filtrante multicapa (arena, grava, carbón activado), además consta de una bomba la que se encarga de enviar el agua recolectada hacia los filtros. La filtración en medio granular es, por lo general, aplicable en la eliminación de sólidos suspendidos en el intervalo de 5 a 50 mg/L, cuando se desea un afluente con una turbidez < 1 UNT.

Un filtro dual o bicapa, es una respuesta para proporcionar una filtración de gruesa a fina en un flujo descendente.



**Figura 11.** Sistema de filtración

Los materiales seleccionados tienen distinto tamaño de grano y diferente peso específico. Comúnmente estos filtros están conformados por antracita molida y/o arena sílice así:

**Tabla 2.** Materiales de distinto tamaño

Antracita	<b>1.00</b> <b>mm</b>	<b><math>\gamma = 1,60</math></b>	<b><math>h = 0,50</math></b> <b>m</b>
Arena	0,50 mm	$\gamma = 2,65$	$h = 0,30$ m
C. Activado	0,50 mm	$\gamma = 2,65$	$h = 0,30$ m

La antracita gruesa permite una penetración más profunda en el lecho y proporciona jornadas de filtros más largas a velocidades mayores de filtración (tasas equivalentes a 5 GPM / pie<sup>2</sup> = 2,93 LPS / m<sup>2</sup> = 253 m<sup>3</sup> / día / m<sup>2</sup>), el carbón activado retiene y controla mal olor, mal color, mal sabor en el agua, la arena nos ayuda como base del medio filtrante.

Luego de floculada y sedimentada el agua se procede al pulimento del agua por medio de un filtro con lechos de grava, arena y carbón activado.



### **3.3.6. TANQUE DE EQUILIBRIO**

El agua ya tratada proveniente de los procesos anteriores es almacenada en un tanque de equilibrio, dicho tanque es capaz de proveer agua para un día completo de consumo ( $340\text{m}^3$ ) y almacenar más del doble de agua ( $460\text{m}^3$ ). La capacidad total de almacenamiento será de  $800\text{m}^3$  y estará disponible permanentemente para su posterior descarga. Dicha consideración es para garantizar mínimo 2 días seguidos de agua potable.



**Figura 13.** Modelo tanque de equilibrio

## **4. SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE QUÍMICOS**

La desinfección para esta planta de tratamiento de agua potable será realizada con cloro ( $\text{NaClO}$ ). Para la dosificación de los productos químicos se lo va a realizar por medio de bombas dosificadoras con diafragma de teflón para alargar la vida útil del equipo.

### **4.1. TABLERO DE CONTROL**

Este sistema se implementa para el control y automatización de la planta compacta de agua potable, compuesta de: sensores de voltaje, relés térmicos,

switches, brakers, timers, manuales para automatización de bombas de dosificación y, conectores, pulsadores, alarmas visuales.



**Figura 12.** Tablero de control

## **5. CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN**

### **a) Responsabilidad del contratante**

Se requiere que el contratante realice los trabajos detallados a continuación, ya que son de suma importancia para la operación de la planta de tratamiento de agua potable:

- ❖ Toda obra civil que comprometa el buen funcionamiento de la planta
- ❖ Punto de conexión de energía eléctrica acorde a los requerimientos eléctricos establecidos en líneas trifásicas.
- ❖ Interconexiones eléctricas e hidráulicas más allá de los límites especificados en la presente propuesta.
- ❖ Selección y estudios de suelo del sitio destinado para la construcción, incluido mejoramiento.
- ❖ Las obras civiles adicionales tales como cerramientos, base de concreto, caseta para bodega.
- ❖ La disponibilidad de dos (2) operarios para la capacitación en el manejo y operación de la planta.

**b) Especificaciones técnicas**

- ❖ La planta será construida en acero.
- ❖ Incluye escaleras para mantenimiento de la planta.

**c) Accesorios e instalaciones hidráulicas**

El sistema de tratamiento de agua potable contempla la instalación de todos los accesorios internos, así como tuberías de conexión e interconexión interna, etc. La interconexión de las diferentes estructuras que intervienen en el proceso de tratamiento y líneas de impulsión serán en PVC de alta presión y en PVC sanitario para los desagües. Las válvulas a utilizar serán tipo mariposa en hierro fundido con discos en acero sellos en EPDM.

Para el montaje se enviarán los respectivos accesorios en PVC.

**d) Instalaciones eléctricas y automatización del sistema**

La planta de tratamiento de agua potable incluye todas las conexiones eléctricas desde la acometida principal situada junto a la planta de tratamiento, que será responsabilidad del contratante, hasta las diferentes unidades eléctricas que requieren de energía. La planta de tratamiento cuenta con un panel eléctrico, donde irán conectados relés, contactores, switches de encendido apagado, brakers, boyas de nivel, automatismo, etc.

**e) Puesta en marcha y entrenamiento a personal**

Durante la puesta en marcha del sistema, PROMEC entrenará al personal durante dos días para que pueda operar la planta de tratamiento de manera eficiente.

Se entregarán los siguientes documentos

- Planos a detalle
- Manual de operación y mantenimiento
- Garantías de equipos y estructuras

**f) Base de asentamiento**

Se requiere una base de hormigón para asentamiento de la planta compacta de 5 x 3



## 6. CONDICIONES DE DISEÑO

### 6.1. Garantía de la estructura de metálicas

Las estructuras construidas en Acero Naval ASTM131 tienen una garantía de 20 años ya que estas fueron diseñadas cumpliendo con las especificaciones establecidas en la norma API 650 (Diseño y construcción de recipientes a presión), , diseño de tanques a presión (Eugene F. Megyesy) y normativas de diseño estructural.

### 6.2. Garantía de los equipos

garantiza los equipos por un periodo de cinco años ya que estos son seleccionado acorde a cálculos y su selección es la más óptima para el tratamiento de agua potable. No se responsabiliza por fallos en los mismos debido al mal uso, falta de mantenimiento o inadecuada operación de la planta de tratamiento.

## 7. TIEMPO DE ENTREGA

El plazo de entrega del proyecto es de 60 días laborables que se detallan en la Tabla 3:

**Tabla 3.** Plazos de entrega del proyecto

Parámetro	Días calendario
Diseño y construcción	35
Instalación y montaje de equipos	15
Puesta en marcha y capacitación	10
Total	60

***Se estima este plazo de entrega a partir del anticipo y la firma del contrato.***

## 8. PROPUESTA ECONÓMICA

El proyecto propuesto tendrá el costo de:

**PVP: \$68.800,00**

**El precio no incluye I.V.A.**

**Forma de pago: 50% anticipo, 30% contra instalación de la planta 15% en operación y 5% con entrega de acta provisional.**

**Incluye Químicos para pruebas y operación durante un mes**

**ATENTAMENTE**

**Javier Alvarez**

**Telf.:0994890346**