



**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE  
RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO  
DE PRODUCTO NO APTO EN LA  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE  
AGUAS RESIDUALES DE LA  
EMPRESA PEPSI-COLA VENEZUELA  
C.A.**

**Autor:**

Heleydi J. Medina J.

CI: 21.248.547

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego

Teléfono: (0241) 8714240 – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE  
PRODUCTO NO APTO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES DE LA EMPRESA PEPSI-COLA VENEZUELA C.A**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

**Autor:**  
Heleydi J. Medina J.  
CI: 21.248.547  
**Tutor:**  
Ing. Kelly Zambrano  
CI: 10.731.839

San Diego, abril 2018



Universidad José Antonio Páez  
Facultad de Ingeniería

**FI-I-019-2018-1**

Valencia, 25 de Enero de 2018.

Ciudadana:

**Heleydi Medina**

**C.I: 21.248.547**

Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 1-2018 de fecha 25/01/2018 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO NO APTO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA EMPRESA PEPSI-COLA VENEZUELA C.A." Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

Se ratifica la designación de la Ing. Kelly Zambrano, C.I. 10.731.839 y la Ing. Alicia Yanez de Pizzella, C.I. 4.598.880 como Tutores Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

**Prof. Zulay Salcedo**  
Decana de la Facultad de Ingeniería



c. c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

ZS/ir



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

#### ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Kelly Zambrano portador de la cédula de identidad N° 10.731.839, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por la ciudadana Heleydi Medina, portador de la cédula de identidad N°V-21.248.547 **DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO NO APTO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA EMPRESA PEPSI-COLA VENEZUELA C.A** Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 19 días de Marzo del año dos mil dieciocho.

Ing. Kelly Zambrano  
C.I.: 10.731.839



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

San Diego, abril del 2018

### **ACTA DE REVISIÓN METODOLÓGICA DEL TRABAJO DE GRADO**

Quienes suscriben esta Acta, dejan constancia que el Proyecto de Trabajo de Grado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO NO APTO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA EMPRESA PEPSI-COLA VENEZUELA C.A** ha sido revisado y, cumpliendo con los requisitos exigidos para su aprobación, recomiendan su tramitación ante el organismo académico correspondiente.

**Ing. Kelly Zambrano**  
**Tutor Académico**

\_\_\_\_\_  
**Firma**

\_\_\_\_\_  
**Fecha**

**Ing. Alicia Pizzella**  
**Tutor Metodológico**

\_\_\_\_\_  
**Firma**

\_\_\_\_\_  
**Fecha**

## **DEDICATORIA**

A mi Dios, por estar conmigo en cada momento de mi vida y por darme la sabiduría y la fuerza para poder culminar con éxito mi carrera profesional.

A mi Papá Henry Medina, por ser mi apoyo incondicional, por su gran amor y compañía en las buenas y en las malas. Te amo papi.

A mi Mamá Haydee Jiménez por haber creído en mí desde el comienzo de mi carrera, por su apoyo incondicional y su amor. Te amo mami.

A mis tres Hermanas; Heliana Medina, Heriannys Medina y Herika Medina por ser mi mayor tesoro aquí en la tierra.

A mis Sobrinos para que vean en mí, un ejemplo a seguir de superación y constancia de que todo se puede lograr en la vida con esfuerzo y perseverancia.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi Dios por permitirme haber vivido esta experiencia inigualable. Por su misericordia que se renuevan cada día en mi vida, porque a pesar que le he fallado; Él siempre ha sido fiel, Por sus bendiciones y su gran amor.

A mis Padres Henry Medina y Haydee Jiménez, quiénes me han ayudado en todo momento, con gran esfuerzo y dedicación. Gracias por su incondicional amor y su gran paciencia para conmigo. Los amo con todo mi corazón.

A mis Hermanas Heliana Medina, Heriannys Medina y Herika Medina, quienes de una u otra manera me alentaron siempre en el transcurso de mi carrera, por creer en mí y ser mis mejores amigas en todo el mundo. Las amo

A mis Tíos Pedro García y Lourdes Torrealba, quienes han sido una bendición en mi vida, gracias por todo su apoyo que me brindaron en el transcurso de mi carrera, por su cariño y amor. Los amo

A mi Cuñado Carlos López, por ser ese hermano que nunca tuve, por siempre estar presente tanto en las buenas como en las malas, por su apoyo incondicional, gracias.

A mi Amiga Daniela Tovar, por ayudarme en el transcurso de mi carrera y ser mi profesora cuando lo necesitaba, por su cariño y su valiosa amistad. Para mi eres mi 4ta hermana.

A mi Tutora Kelly Zambrano por guiarme y orientarme en el desarrollo de este trabajo de grado. Muchas gracias.

Al Sr. Freddy Carmona y a Juan Griman quienes fueron mis Jefes en Pepsi-Cola Valencia C.A. Por su apoyo, por ayudarme y orientarme en el desarrollo de este trabajo de grado. Gracias por sus enseñanzas en el transcurso de mis Pasantías.

De igual forma agradezco a todas aquellas personas que de alguna u otra forma tuvieron parte en la realización de este trabajo de grado. Muchas gracias.

## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO .....	PP
DEDICATORIA .....	VI
AGRADECIMIENTO .....	VII
ÍNDICE GENERAL .....	IX
ÍNDICE DE CUADROS .....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIV
RESUMEN .....	XV
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I .....	3
EL PROBLEMA.....	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.3 OBJETIVOS .....	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos .....	5
1.4 JUSTIFICACIÓN .....	6
1.5 ALCANCE .....	7
CAPÍTULO II.....	9
MARCO TEORÍCO .....	9
2.1 ANTECEDENTES .....	9
2.2 BASES TEÓRICAS.....	12
2.2.1 Tratamiento de aguas residuales.....	12
2.2.2 Demanda química de oxígeno (DQO) .....	14
2.2.3 pH del agua.....	14
2.2.4 Producto No Apto.....	15
2.2.5 Tanque Balance .....	15
2.2.6 Soda Caustica .....	15

2.2.7. Mejoramiento Continuo.....	16
2.2.8 Impacto ambiental .....	17
2.2.9 La teoría de los 5 ¿Por qué?.....	18
2.2.10 Diagrama de Pareto .....	18
2.2.11 Técnica de Grupo Nominal.....	19
2.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	20
CAPÍTULO III .....	23
MARCO METODOLÓGICO .....	23
3.1 NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
3.2 TIPO DE LA INVESTIGACIÓN .....	23
3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA .....	24
3.5 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN PARA LA INFORMACIÓN .....	25
3.6 FASES DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
CAPÍTULO IV .....	29
RESULTADOS .....	29
4.1 FASE I: DIAGNOSTICAR LA SITUACIÓN ACTUAL DEL DRENAJE DEL PRODUCTO NO APTO EN EL TANQUE BALANCE DE LA PTAR VERTIDO POR LA TANQUILLA ESPICHE EN PEPSI-COLA VALENCIA C.A. ....	29
4.1.1 Descripción del proceso de producción.....	30
4.1.2 Productos Elaborados .....	33
4.1.3 Descripción de la generación de producto No Apto.....	33
4.1.4 Descripción del proceso en la Zona de Espiche .....	35
4.1.5 Descripción del proceso en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) .....	36
4.1.6 Diagnóstico resultante en los procesos descritos anteriormente.....	40
4.2 FASE II: ANALIZAR LOS FACTORES QUE GENERAN MALOS OLORES AL DRENAR PRODUCTO NO APTO EN EL TANQUE BALANCE DE LA PTAR EMPLEANDO HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PEPSI-COLA VALENCIA C.A. ....	42

4.3 FASE III: ELABORAR LA PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PTAR DE PEPSI-COLA VALENCIA C.A. ....	49
4.3.1 Sistema de Recepción y Almacenamiento.....	49
4.3.2 Ubicación del Tanque No Apto en la planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR de PEPSI-COLA Valencia C.A.....	51
4.3.3 Capacitación al personal involucrado.....	56
4.3.4 Procedimiento para el derrame de producto del área de espiche al tanque No Apto en PTAR .....	57
4.4 FASE IV: EVALUAR LA RELACIÓN COSTO-BENEFICIO DE LA PROPUESTA ...	59
4.4.1 Análisis Costo – Beneficio y Retorno de la Inversión.....	61
CONCLUSIÓN .....	64
RECOMENDACIONES .....	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	67
ANEXOS .....	70
ANEXO A: PRODUCTO RETENIDO POR BAJO LLENADO .....	70
ANEXO B: TAMBORES LLENOS DE PRODUCTO NO APTO.....	71
ANEXO C: ZONA DE ESPICHE .....	72
ANEXO D: UBICACIÓN PROPUESTA-1 .....	73
ANEXO E: UBICACIÓN PROPUESTA-2 .....	74
ANEXO F: UBICACIÓN PROPUESTA-3 .....	75

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADROS N°</b> .....	<b>Pp</b>
1. Producto elaborado por línea 1 .....	33
2. Producto elaborado por línea 2.....	33
3. Técnica del Grupo Nominal.....	44
4. Principales causas que generan malos olores en el drenaje de producto no apto en el tanque balance de la PTAR vertido por la tanquilla espiche.....	45
5. Aplicación de los Cinco ¿Por qué?.....	47
6. Aplicación de los Cinco ¿Por qué?.....	48
7. Actividades pertenecientes a la propuesta.....	54
8. Matriz de gestión para la capacitación al personal involucrado.....	55
9. Construcción de base de concreto y movilización del tanque.....	58
10. Instalación de tuberías y accesorios.....	58
11. Construcción del dique de contención.....	59
12. Costo total de la inversión.....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURAS N°</b>	<b>Pp</b>
1. Tratamiento de Aguas Residuales .....	12
2. Escala del pH.....	14
3. Diagrama de Proceso de producción.....	32
4. Diagrama de Proceso de producto No Apto.....	35
5. Plano. Zona de espiche.....	36
6. Diagrama de flujo PTAR.....	39
7. Gráfica de Pareto.....	46
8. Figura tanque no apto.....	50
9. Plano de Base de concreto y Tanque no apto.....	52
10. Plano de Sistema propuesto.....	53
11. Plano Diseño de un Sistema de Recepción y Almacenamiento de producto No Apto en la planta de tratamientos de aguas residuales de la empresa Pepsi-Cola Venezuela C.A. planta Valencia.....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLAS N°</b> .....	<b>Pp</b>
1. Composición teórica de biogás.....	37
2. Promedio de pH y DQP.....	40
3. Ubicación de la propuesta del tanque no apto.....	51



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
CARRERA INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

## **DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO NO APTO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA EMPRESA PEPSI-COLA VENEZUELA C.A**

**Autor:** Medina Jimenez Heleydi Johana

**Tutor:** Ing. Kelly Zambrano

**Fecha:** Abril, 2018

### **RESUMEN**

Toda empresa de alimentos está compuesta por un conjunto de procesos, los cuales van orientados a alcanzar un objetivo, dentro de ellos se cuenta con la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR, esta se caracteriza por su capacidad de adaptarse a cambios donde se obtengan mejoras en el proceso. Tiene el objetivo general de conseguir, a partir de producto No Apto, aguas negras o mezcladas y mediante diferentes procedimientos físicos, químicos y biotecnológicos, un agua efluente de mejores características de calidad, tomando como base ciertos parámetros normalizados. En este contexto, la investigación tuvo como principal objetivo mitigar los malos olores generados en el proceso de drenaje del producto No Apto vertido desde la zona de espiche hacía el tanque balance de la PTAR. Fueron considerados factores tales como sistema de almacenamiento (tanque), demanda química de oxígeno (DQO) mínima requerida, pH, diseño de dosificación, capacidad, funcionamiento y ubicación. La investigación se enmarco dentro de la modalidad de investigación tipo proyecto factible, se tomaron en cuenta estudios anteriores y técnicas para la recolección de la información. De esta manera se lograron plantear las acciones que permitieron corregir la problemática encontrada dentro del proceso antes descrito.

**Palabras Clave:** recepción, almacenamiento, dosificación, pH.

## INTRODUCCIÓN

El principal objetivo de este estudio de investigación es diseñar un sistema de recepción y almacenamiento de producto no apto hacia el tanque balance de la planta de tratamiento de aguas residuales de la empresa Pepsi-Cola Venezuela C.A.

Todas las empresas deben y tienen que estar preparadas para adaptarse al cambio y las demandas del medio donde se desenvuelvan, para poder conseguir y materializar el éxito organizativo, por esto se considera importante que evolucionen los métodos que mejoren sus procesos; de ahí que se hace necesario desarrollar e implantar diferentes estrategias que permitan lograr y conseguir los objetivos planteados para la mejora de sus procesos.

La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) se ha visto afectada debido a diferentes factores tales como: cantidad por encima de la demanda química de oxígeno requerido a la PTAR, bajo pH, consecuencias en el proceso subsiguiente en el tratamiento de aguas residuales y malos olores causando problemas al medio ambiente y vecinos.

El desarrollo de este Trabajo de Grado permitió evaluar todas las operaciones que implican el traslado de producto No Apto, la recepción, su control, almacenamiento y por último el drenaje para su proceso posterior, logrando evidenciar las posibles causas que originan el vertido (producto No Apto) hacia el tanque balance.

La estructuración de la presente investigación será la siguiente:

**Capítulo I** denominado El Problema donde se hace el planteamiento y formulación del mismo, los objetivos que se alcanzaron al final de la investigación su respectiva justificación y alcance.

**Capítulo II** Marco Teórico el cual presenta la explicación conceptual que ayudó a comprender la naturaleza de la investigación.

También se presentan los antecedentes, donde se muestran investigaciones pasadas que guardan relación de manera directa o indirecta con la planteada. Por último, se definió los términos relevantes o especializados que fundamentan la teoría.

**Capítulo III** se presenta el Marco Metodológico constituido por las bases metodológicas utilizadas para la realización de la investigación, así mismo las fases que se siguieron para alcanzar los objetivos propuestos.

**Y un Capítulo IV** conformado por la propuesta que plantea las acciones a tomar para lograr el objetivo general de este trabajo de grado. De igual manera se presentan las conclusiones que se derivan del estudio y las recomendaciones que se sugieren sean consideradas.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del problema**

Las aguas residuales son generadas en residencias, instituciones y locales comerciales e industriales. Estas pueden tratarse en el sitio donde se generan (por ejemplo, fosas sépticas u otros medios de depuración) o bien pueden ser recogidas y llevadas mediante una red de tuberías y eventualmente bombas, a una planta de tratamiento municipal. Los esfuerzos para recoger y tratar las aguas residuales domésticas de la descarga habitualmente están sujetos a regulaciones y normas locales, estatales y federales (regulaciones y controles). A menudo ciertos contaminantes de origen industrial presentes en las aguas residuales requieren procesos de tratamiento especializado.

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua efluente del uso humano.

Según el Dr. LEE Jong-Wook Director General, Organización Mundial de la Salud, “El agua y el saneamiento son uno de los principales motores de la salud pública. Suelo referirme a ellos como «Salud 101», lo que significa que en cuanto se pueda garantizar el acceso al agua salubre y a instalaciones sanitarias adecuadas para todos, independientemente de la diferencia de sus condiciones de vida, se habrá ganado una importante batalla contra todo tipo de enfermedades”.

El tratamiento de aguas residuales de origen industrial incluye el mecanismo y proceso usado para tratar aguas residuales que han sido contaminadas por algún medio, por actividades de origen antropogénico industrial o comercial y luego son liberadas al medio ambiente o re-utilizados. Mayormente el lugar donde se realiza el

proceso se le denomina Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR. Sin embargo, muchas industrias siguen aún produciendo aguas residuales.

En los casos en que la re-utilización de las aguas utilizadas en los procesos productivos no es posible, es importante ajustar el efluente a los límites de vertido contemplados por la legislación vigente.

La empresa Pepsi-Cola Venezuela C.A (planta Valencia) cuenta con el sistema de proceso de generación de producto No Apto proveniente de producción y está diseñado para apartar las botellas que se encuentran mal tapadas, con defectos de envase o producto fuera de especificación.

Una vez que el producto se encuentra cerrado y no cumple con las condiciones establecidas para continuar con el proceso, es retenido por defecto y será evaluado para su disposición final, los productos clasificados como No Apto son enviados a la zona de espiche, donde las botellas se rompen, la parte sólida se traslada para ser reciclada, mientras que el líquido (producto No Apto) pasa directamente a la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR sin ser dosificado.

Cabe destacar que desde el comienzo de la planta, la tanquilla espiche no era parte del proceso de la PTAR pero con el fin de disminuir costos asociados al proceso anterior que implicaba este producto ya envasado, se tomó la decisión de verter el producto al tanque balance por medio de la tanquilla espiche, lo cual aun en la actualidad este producto no está contabilizado para el tanque balance generando así exceso de producto no apto dentro del mismo descontrolando los parámetros operacionales pH y DQO.

Por tal motivo en el tanque balance se obtiene bajo pH y aumento en DQO, ya que además, el producto No Apto es de característica ácida y con alto contenido de azúcar, por lo cual este producto vertido es un factor de descontrol en los parámetros normales de funcionamiento de dicha planta; originando así un problema de carácter importante ya que afecta al medio ambiente y a los vecinos por los malos olores que se generan ya que existe un número elevado de quejas siendo esta un indicador de la

existencia de contaminación por los olores. De igual forma, genera costos adicionales en aditivos que se deben agregar para regular el pH, y que el personal trabaje de más.

En promedio se estima que va dirigido a la PTAR unos 2.500 Litros/mes, el cual genera en promedio una demanda química de oxígeno de 8700,00 mg/L, sobrepasando su valor máximo de descarga, siendo de 3500 mg/L. Por lo cual, se descompone generando un pH de 4,7 (bajo) y causando un problema en el proceso subsiguiente en el tratamiento de aguas residuales ya que se debe agregar soda caustica para controlar el pH.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Qué aspectos se deben considerar para el diseño de un sistema de recepción y almacenamiento de producto No Apto en la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar un sistema de recepción y almacenamiento de producto No Apto para dosificar hacia el tanque balance de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR, de Pepsi-Cola Valencia con el fin de garantizar un mejor funcionamiento del proceso del producto No Apto vertido por la tanquilla de espiche hacia el tanque balance de la PTAR.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la situación actual del drenaje del producto No Apto en el tanque balance de la PTAR vertido por la tanquilla espiche.
- Analizar los factores que generan malos olores al drenar producto No Apto en el tanque balance de la PTAR empleando herramientas de Ingeniería Industrial.
- Elaborar la propuesta de diseño del Sistema de Recepción y Almacenamiento en la PTAR.

- Evaluar la relación de Costo- Beneficio y retorno de la inversión de la propuesta.

#### **1.4 Justificación**

La realización de este estudio será beneficiosa para la empresa PEPSI-COLA Valencia C.A. una vez implementado este sistema se logrará mantener la carga orgánica dentro de los parámetros necesarios para el funcionamiento de la PTAR; Permitirá disminuir los costos asociados a aditivos ya que se podrá mantener el pH dentro de los parámetros operacionales, lo que significa que disminuirán los malos olores reduciendo así el impacto ambiental.

Toda empresa de alimentos debería contar con una planta de tratamiento de aguas residuales para así, cumplir con las condiciones establecidas por las regulaciones ambientales establecidas en la Ley Orgánica del Ambiente y poder drenarlas a las afueras de la organización. Tratar las aguas residuales es defender la salud de las personas y conservar el medio en el que vivimos; a través del tratamiento adecuado, se reducen los costos de energía y la adquisición de la misma, se debe depurar las aguas residuales con la mezcla de sustancias químicas adecuada y esto permite que mayor cantidad de personas puedan contar con agua potable, tratar el agua residual contribuye en la conservación de los ríos lagos y mares, reduciendo los niveles de contaminación; la acumulación y estancamiento de las aguas residuales, generan malos olores y gases dañinos, por tanto, estas aguas son fuentes transmisoras de enfermedades, ya que contienen microorganismos patógenos que atacan el aparato intestinal humano, la depuración permite la reutilización de las aguas para ciertos usos que no requieren de agua potable como riego de zonas verdes, limpieza, lavado de autos, entre otras actividades.

Sobre la base de lo expuesto anteriormente, se justifica el desarrollo de un sistema de recepción y almacenamiento de producto No Apto en la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR de la empresa PEPSI-COLA Valencia C.A.

En el desarrollo de este estudio, se aplicarán los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería industrial, de la universidad José Antonio Páez, lo cual hará un aporte académico importante en el área, siendo este un estudio práctico y con grandes posibilidades de que su realización pueda tener un resultado positivo dentro de la empresa.

### **1.5 Alcance**

El estudio se desarrollará en PEPSI-COLA C.A. (planta Valencia) se encuentra en la ciudad de Valencia, ubicada en la Av. Domingo Olavarría, cruce con calle Ernesto Branger, Antigua Planta Quaker, Zona Industrial II, Vía Aeropuerto, (diagonal al campo deportivo de la Empresa Ford), Valencia, Estado Carabobo, Venezuela.

La investigación se enmarcará bajo la modalidad de proyecto factible para la realización e implementación de un sistema de recepción y almacenamiento de producto No Apto para dosificar hacia el tanque balance de la PTAR, permitiendo obtener agua bajo los parámetros establecidos para su buen uso.

La propuesta será presentada a la organización para su aprobación e implementación.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEORÍCO

Con la finalidad de sustentar los diferentes aspectos investigativos relacionados con el proyecto se realizó una revisión bibliográfica, a partir de la cual se obtuvo información relacionada con sistemas de almacenamiento (Tanques), planta de tratamiento de aguas residuales, demanda química de oxígeno, entre otras.

El Marco Teórico o Marco Referencial, tiene como finalidad ofrecer al investigador una serie de enfoques, proposiciones y conceptos que permitan orientar la investigación. Según Sabino, C. (2002): “El cometido que cumple el marco teórico es el de situar a nuestro problema dentro de un conjunto de conocimientos (...) de tal modo que permiten orientar la búsqueda que ofrezca una conceptualización adecuada a los términos que utilizamos” (p. 69).

#### **2.1 Antecedentes**

Se realizó una revisión de trabajos de grado de Ingeniería Industrial que tienen similitud con el tema tratado y muestran diferentes enfoques que dicha investigación pueda tener y los aportes de la misma. Sánchez, I (2017) Desarrolló como Trabajo de Grado en la Universidad José Antonio Páez, **“Propuesta de mejoras para el proceso de elaboración del concentrado de naranja de la empresa Procesadora y Empacadora de Frutas Nirgua C.A.”**. El objetivo principal de la investigación fue proponer mejoras para el proceso de elaboración del concentrado de naranja de la empresa Procesadora y Empacadora de Frutas Nirgua C.A., para el uso correcto de todos los recursos disponibles y lograr una operatividad eficiente en todo el proceso productivo. Puesto que se detectó descontrol en los niveles de agua en los pozos necesarios durante el proceso, es conveniente indicar que diariamente se perdían 167.900 litros de agua en las operaciones más importantes en el procesamiento de la naranja, tales como el lavado de inmersión, lavado de aspersion, calderas y evaporador. Dicha situación estaba afectando la productividad de la empresa, por tal motivo se realizó un análisis de la situación con la finalidad de detectar oportunidades de logro que le permitan desarrollar estrategias que contribuyan con el desarrollo de

sus procesos. Por lo tanto, la investigación está enmarcada como un proyecto factible, con un diseño de campo, empleando la observación directa, la entrevista no estructurada y la revisión documental como método de recolección de datos y aplicando técnicas de ingeniería para analizar dicha problemática, como lo son; tormenta de ideas, diagrama de Pareto y la Técnica del Grupo Nominal. La investigación fue de mucha utilidad para este trabajo de grado ya que se luego de diagnosticar la situación actual de los procesos involucrados en la problemática, se aplicó una tormenta de ideas por cada uno de los puntos en donde se encontraron las pérdidas significativas, para así obtener una lista de posibles causas por cada área. Con la lista de causas ya formulada, se determinó el porcentaje de incidencia de cada una de ellas. Estos datos se utilizaron para la elaboración de un diagrama de Pareto por cada proceso. De igual forma, las técnicas de análisis aplicadas en esta investigación permitieron obtener una visión más amplia de la problemática actual, como lo es la Técnica del Grupo Nominal aplicada al personal que allí labora.

Así mismo, Morillo, R. (2017) Presentó ante la Universidad autónoma de occidente en Santiago de Cali, “**Diseño de un sistema de envasado y dosificación de productos desinfectantes veterinarios**”. Consistió básicamente en realizar un estudio en el proceso productivo, los recursos de la empresa y los demás aspectos que se ven involucrados en el proceso de los productos para identificar los requerimientos y restricciones y seguir en orden el diseño que se está manejando, pero con mejoras en el proceso para aumentar la producción y disminuir el re-trabajo. Se implementó la metodología de optimización diseño concurrente, esta metodología se encarga básicamente de diseñar, verificar, revisar, producir y por ultimo probar el proceso que se requiere efectuar para mejorar el proceso productivo, esto es un diseño simultaneo ya sea en sistemas mecánicos, eléctricos y de control.

La presente investigación sirve como base al trabajo debido a que se realizó un estudio que permitió identificar tanto los requerimientos en el proceso, así como también, las limitaciones por medio de un flujo del proceso de producción.

Ortiz, D y Zambrano, C. (2017) en la Fundación Universidad de América. Bogotá. Presentaron, **“Diseño de un sistema de dosificación volumétrica para jabón en polvo”**. En el estudio realizado, se planteó que en los productos de aseo se debe realizar el proceso de llenado de manera exacta con la cantidad y peso determinado en cada uno de ellos. Ya diagnosticada la situación actual del proceso, se planteó y evaluó varias alternativas de diseño para dicha máquina, tomando en cuenta ciertas definiciones encontradas en libros de diseño, tesis y páginas de internet. Posteriormente se procedió a seleccionar la alternativa más apropiada para este tipo de proceso usando el método de selección “método de puntaje ponderado”, se basa en la elaboración de una matriz la cual incluirá las alternativas, los requerimientos y los parámetros que se van a evaluar para buscar la mejor alternativa de diseño.

El aporte de dicho proyecto para la realización de este estudio, radica en la recolección de información que se obtuvo en la investigación de dicho proyecto; además, se alcanzaron resultados favorables por medio del método implementado ya que se escogió la mejor alternativa, en la que se logró obtener un proceso productivo que garantice las cantidades exactas y el peso mínimo requerido tomando en cuenta también la reducción de costos.

Camacho, J y Ríos, L (2017) En la Universidad José Antonio Páez desarrollaron como trabajo de grado, **“Plan de estrategias para disminuir las paradas no planificadas de las máquinas Mulfi 1 Y Mulfi 2 en la planta de Filtros de Cigarrera Bigott Sucs, de Venezuela.”** El objetivo general de esta investigación fue proponer un plan de estrategias para disminuir las paradas no planificadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 en la planta de Filtros de Cigarrera Bigott sucs, de Venezuela, con la finalidad de mejorar la eficiencia de estos activos en la producción de varillas de filtros combinados; a través del diseño de un plan de actividades programadas para el mantenimiento industrial preventivo; basándose en los principios de mejoramiento continuo y mantenimiento productivo total (TPM) y por otro lado lograr un aumento en la Eficiencia Global de equipos productivos (OEE); ya que la organización usa este indicador de gestión a nivel

global, para medir el desempeño de los equipos, y para el año 2017 la organización se plantea un aumento en el desempeño de los equipos de al menos un 60%, en comparación del 48,7% de desempeño con un diseño de campo; y con el apoyo de una investigación documental, empleando la observación directa y la entrevista no estructurada como método de recolección de datos, utilizando la población de 5 operadores y 4 técnicos y se implementaron diferentes herramientas para el análisis como lo son; los 5 por qué y el diagrama de Pareto, entre otros.

Este trabajo de grado fue de gran provecho para el trabajo de investigación, ya que se implementaron herramientas de ingenierías para el análisis como lo son; los 5 por qué y técnica de grupo nominal, aprovechando la participación de los trabajadores que allí laboran, llegando a la solución de dicha problemática empleando la observación directa y entrevistas como método de recolección de datos en la que ayudó a una sencilla implementación de dichas herramientas por los análisis realizados.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Tratamiento de aguas residuales**

Según Rojas, R y Jairo, A. (1994). “El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua efluente del uso humano”.

El tratamiento de aguas y las plantas de tratamiento de agua son un conjunto de sistemas y operaciones unitarias de tipo físico, químico o biológico cuya finalidad es que a través de los equipamientos elimina o reduce la contaminación o las características no deseables de las aguas, bien sean naturales, de abastecimiento, de proceso o residuales.

La finalidad de estas operaciones es obtener unas aguas con las características adecuadas al uso que se les vaya a dar, por lo que la combinación y naturaleza exacta de los procesos varía en función tanto de las propiedades de las aguas de partida como de su destino final.

Debido a que las mayores exigencias en lo referente a la calidad del agua se centran en su aplicación para el consumo humano y animal estos se organizan con frecuencia en tratamientos de potabilización y tratamientos de depuración de aguas residuales, aunque ambos comparten muchas operaciones.

Los tratamientos de aguas industriales son muy variados, según el tipo de contaminación, y pueden incluir precipitación, neutralización, oxidación química y biológica, reducción, filtración, ósmosis, etc.

Es necesario que estos residuos procedentes de las ciudades y fabricas se traten antes de enterrarlos o devolverlos a los sistemas hídricos, en una depuradora los residuos, atraviesan una serie de cedazos, cámaras y procesos químicos para reducir su volumen y toxicidad. Las tres etapas del tratamiento son la primaria, secundaria y terciaria. En la primera se elimina un gran porcentaje de sólidos en suspensión y materia orgánica. en la secundaria se trata de reducir el contenido en materia orgánica, acelerando los procesos biológicos naturales. La terciaria, es necesaria cuando el agua va a ser reutilizada; elimina un 99% de sólidos y además se emplean varios procesos químicos para garantizar que el agua este tan libre de impurezas como sea posible. (Ver Figura1).

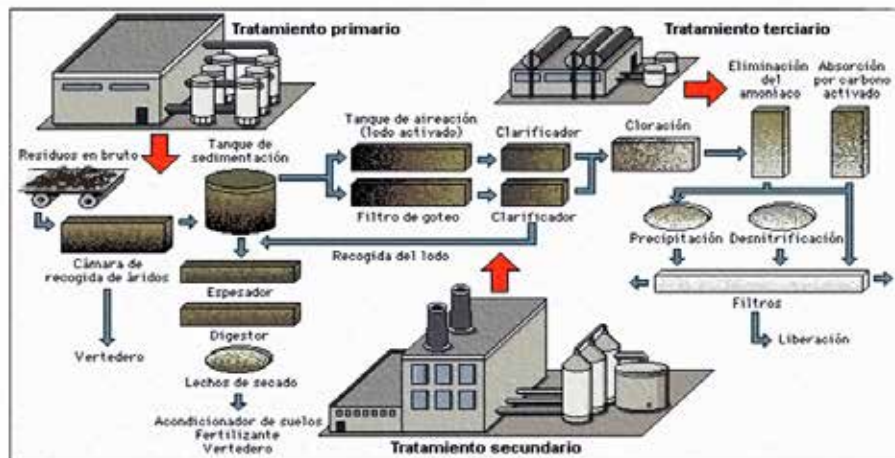


Figura 1. Tratamiento de aguas residuales. Fuente: Marco Alegría (2017)

### **2.2.2 Demanda química de oxígeno (DQO)**

Según Rodier, J. (1995) “La demanda química de oxígeno (DQO) determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua residual, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo (P6)”.

La Demanda Química de Oxígeno DQO Es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar toda la materia orgánica y oxidable presente en un agua residual. Es por tanto una medida representativa de la contaminación orgánica de un efluente siendo un parámetro a controlar dentro de las distintas normativas de vertidos y que nos da una idea muy real del grado de toxicidad del vertido. Existen distintas formas de disminuir la DQO como los tratamientos físico-químicos, la electrocoagulación y el ozono.

Es un método aplicable en aguas continentales (ríos, lagos o acuíferos), aguas negras, aguas pluviales o agua de cualquier otra procedencia que puedan contener una cantidad apreciable de materia orgánica. Este ensayo es muy útil para la apreciación del funcionamiento de las estaciones depuradoras. No es aplicable, sin embargo, a las aguas potables, ya que al tener un contenido tan bajo de materia oxidable la precisión del método no sería adecuada. En este caso se utiliza el método de oxidabilidad con permanganato potásico.

La DQO varía en función de las características de las materias presentes, de sus proporciones respectivas, de sus posibilidades de oxidación y de otras variables. Por esto la reproductividad de los resultados y su interpretación no pueden ser gratificantes más que en condiciones de metodología de ensayo bien definidas y estrictamente respetadas.

### **2.2.3 pH del agua**

El pH es una de las pruebas más comunes para conocer parte de la calidad del agua. El pH indica la acidez o alcalinidad, en este caso de un líquido como es el agua, pero es en realidad una medida de la actividad del potencial de iones de hidrógeno ( $H^+$ ). Las mediciones de pH se ejecutan en una escala de 0 a 14, con 7.0 considerado

neutro. Las soluciones con un pH inferior a 7.0 se consideran ácidos. Las soluciones con un pH por encima de 7.0, hasta 14.0 se consideran bases o alcalinos. Todos los organismos están sujetos a la cantidad de acidez del agua y funcionan mejor dentro de un rango determinado. El rango normal de pH en agua superficial es de 6,5 a 8,5.

La alcalinidad es una medida de la capacidad del agua para resistir un cambio de pH que tendría que hacerse más ácida.

La forma primaria para tratar el problema del agua bajo pH es con el uso de un neutralizador. (Ver Figura 2).



Figura 2. Escala del pH. Fuente: Carbotecnia (2017)

#### 2.2.4 Producto No Apto

Es cuando el producto no cumple con las condiciones establecidas por el Departamento de Calidad para continuar con el proceso, este es retenido por defecto y será evaluado para su disposición final.

#### 2.2.5 Tanque Balance

El tanque de balance es un recipiente abierto a presión ambiente que recibe todas las aguas de desechos provenientes de todas las plantas de proceso de APC Planta Cereales y Pepsi- Cola planta Valencia.

#### 2.2.6 Soda Caustica

El hidróxido de sodio, que se conoce comúnmente como soda cáustica, se produce comercialmente por dos métodos básicos: celdas electrolíticas y proceso químico. La mayoría de la soda cáustica se produce a partir de celdas electrolíticas. Hay tres tipos de celdas electrolíticas: diafragma, mercurio y de membrana. La soda

cáustica de proceso químico se produce mediante la reacción de carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) con hidróxido de calcio ( $\text{Ca}[\text{OH}]_2$ ) para formar hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ) y carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ).

La soda cáustica es uno de los elementos constitutivos básicos de la química, y como tal, encuentra una diversidad de usos. Algunas de categorías generales de uso son: fabricación de productos químicos, productos de limpieza, petróleo y gas natural, etc. La soda cáustica, especialmente cuando se usa para el control del pH, la neutralización de ácidos residuales y usos similares, compite con otros álcalis, especialmente con el carbonato de sodio (ceniza de sosa). Los factores comunes para seleccionar la soda cáustica son su fuerte alcalinidad y su facilidad de almacenamiento y manejo.

#### **2.2.7. Mejoramiento Continuo.**

Hernández A, y López, K. (2016); Refieren a Dale 2009, El mejoramiento continuo es una filosofía que en la actualidad, reúne un conjunto de herramientas fundamentales para todas las empresas ya que les permite modificar los procesos administrativos que se realizan, permiten que las organizaciones sean más competitivas y eficientes, fortaleza que le ayudaran a permanecer más en el mercado.

Para el empleo del mejoramiento es necesario que la empresa tenga una buena comunicación entre los diferentes departamentos que los conforman, y que a su vez los empleados estén comprometidos, ya que ellos pueden brindar mucha información importante para el desarrollo de los procesos de mejoramiento continuo.

Según Harrington (1993), para él mejorar un proceso, significa cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, qué cambiar y cómo cambiar depende del enfoque específico del empresario y del proceso.

El autor Kabboul (1994), define el Mejoramiento Continuo como una conversión en el mecanismo viable y accesible al que las empresas de los países en vías de desarrollo cierran la brecha tecnológica que mantienen con respecto al mundo desarrollado.

El autor Sullivan (1994), define el Mejoramiento Continuo, como un esfuerzo para aplicar mejoras en cada área de las organizaciones a lo que se entrega a clientes.

Según Deming (1996), la óptica de este autor, la administración de la calidad total requiere de un proceso constante, que será llamado Mejoramiento Continuo, donde la perfección nunca se logra pero siempre se busca.

El Mejoramiento Continuo es un proceso que describe muy bien lo que es la esencia de la calidad y refleja lo que las empresas necesitan hacer si quieren ser competitivas a lo largo del tiempo.

### **2.2.8 Impacto ambiental**

Es la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto, proceso o actividad en un área determinada, en términos simples el impacto ambiental es la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

El Impacto Ambiental es provocado tanto por el aprovechamiento de recursos naturales ya sean renovables, tales como el aprovechamiento forestal o la pesca; o no renovables, tales como la extracción del petróleo o del carbón. Así como también, por la ocupación del territorio. Los proyectos que al ocupar un territorio modifican las condiciones naturales por acciones tales como tala rasa, compactación del suelo y otras y por la contaminación. Todos los proyectos o procesos que producen algún residuo (peligroso o no), emiten gases a la atmósfera o vierten líquidos al ambiente.

Los malos olores causados por actividades tales como explotaciones de ganado, actividades industriales, depuradoras, vertederos, etc, se entienden como un tipo de contaminación ambiental debido a que aunque los olores no lleguen a ser tóxicos, pueden llegar a provocar malestar, molestias respiratorias, alteraciones psicológicas, etc. Al ser los olores un factor para la aceptación o rechazo, la población puede llegar a percibir los olores como un peligro para su salud, ocasionando niveles de descontento tan negativas como cualquier otro problema ambiental.

### **2.2.9 La teoría de los 5 ¿Por qué?**

Según Carvajal, D. (2014) Es una técnica de análisis para la resolución de problemas que consiste en realizar sucesivamente la pregunta “¿Por qué?” hasta obtener la causa raíz del problema, con el objeto de poder tomar las decisiones necesarias para erradicarlas y solucionar el problema. Este método se basa en un proceso de trazabilidad, donde se analizan las posibles causas al problema caminando hacia atrás, hasta llegar a la última causa que originó el problema. (Se debe tomar en cuenta que no tienen por qué ser exactamente 5 preguntas, pues esto va a depender de la longitud del proceso causal del problema). El objetivo de este método es descubrir información vital de modo sistemático, analizar las causas ocultas y desarrollar soluciones a las preguntas planteadas. Se puede aplicar a la resolución de un conflicto, toma de diagnóstico o la toma de decisiones.

### **2.2.10 Diagrama de Pareto**

Sales, M. (2014). Define que:

El Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades.

Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, se puede decir que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema.

Por lo tanto, el Análisis de Pareto es una técnica que separa los “pocos vitales” de los “muchos triviales”. Una gráfica de Pareto es utilizada para separar gráficamente los aspectos significativos de un problema desde los triviales de manera que un equipo sepa dónde dirigir sus esfuerzos para mejorar. Reducir los problemas más significativos (las barras más largas en una Gráfica Pareto) servirá más para una mejora general que reducir los más pequeños. Con frecuencia, un aspecto tendrá el 80% de los problemas. En el resto de los casos, entre 2 y 3 aspectos serán responsables por el 80% de los problemas.

Con el diagrama de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves. Ya que, por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos.

La minoría vital aparece a la izquierda de la gráfica y la mayoría útil a la derecha. Hay veces que es necesario combinar elementos de la mayoría útil en una sola clasificación denominada otros, la cual siempre deberá ser colocada en el extremo derecho. La escala vertical es para el costo en unidades monetarias, frecuencia o porcentaje.

Pareto es una herramienta de análisis de datos ampliamente utilizada y es por lo tanto útil en la determinación de la causa principal durante un esfuerzo de resolución de problemas. Este permite ver cuáles son los problemas más grandes, permitiéndoles a los grupos establecer prioridades. En casos típicos, los pocos (pasos, servicios, ítems, problemas, causas) son responsables por la mayor parte el impacto negativo sobre la calidad. Se puede utilizar la Gráfica de Pareto para varios propósitos durante un proyecto para lograr mejoras:

- Analizar las causas
- Estudiar los resultados
- Planear una mejora continua

### **2.2.11 Técnica de Grupo Nominal**

La Técnica de Grupo Nominal fue introducida por Delbecq y Van de Ven, en el año 1971 y desarrollada posteriormente por los mismos autores. Es una técnica creativa empleada para facilitar la generación de ideas y el análisis de problemas. Este análisis se lleva a cabo de un modo altamente estructurado, permitiendo que al final de la reunión se alcancen un buen número de conclusiones sobre las cuestiones planteadas.

La Técnica de Grupo Nominal hace posible alcanzar un consenso rápido con relación a cuestiones, problemas, soluciones o proyectos, haciendo posible generar y priorizar un amplio número de elementos, evitando los términos de “perdedores” y “ganadores” entre los miembros del grupo. Son tres los objetivos centrales de esta técnica:

- Asegurar diferentes procesos en la aplicación de cada fase de la técnica.
- Equilibrar la participación entre las personas participantes.
- Incorporar técnicas matemáticas de votación en el proceso de decisión del grupo.

## **2.2. Definición de términos básicos**

**Bomba diafragma:** Es un tipo de bomba de desplazamiento positivo, generalmente alternativo, en la que el aumento de presión se realiza por el empuje de unas paredes elásticas (membranas o diafragmas) que varían el volumen de la cámara, aumentándolo y disminuyéndolo alternativamente. Unas válvulas de retención, normalmente de bolas de elastómero, controlan que el movimiento del fluido se realice de la zona de menor presión a la de mayor presión. Existen bombas neumáticas y eléctricas de doble diafragma, las cuales funcionan bajo el mismo principio, pero tienen dos cámaras con un diafragma cada una, de forma que cuando una membrana disminuye el volumen de su cámara respectiva, la otra membrana aumenta el volumen de la otra cámara y viceversa.

**Calidad:** La familia de normas ISO (ISO 9000:2000) lo define como el grado en que un conjunto de características inherentes cumple con unos requisitos.

**Capacidad de producción:** es el máximo nivel de actividad que puede alcanzarse con una estructura productiva dada. El estudio de la capacidad es fundamental para la gestión empresarial en cuanto permite analizar el grado de uso que se hace de cada uno de los recursos en la organización y así tener oportunidad de optimizarlos.

**Costo de oportunidad.** El costo de oportunidad se entiende como aquel costo en que se incurre al tomar una decisión y no otra. Es aquel valor o utilidad que se

sacrifica por elegir una alternativa A y despreciar una alternativa B. Tomar un camino significa que se renuncia al beneficio que ofrece el camino descartado.

**Diagrama:** Representación gráfica de un procedimiento, el cual refleja el desarrollo de las actividades, indicando los responsables de su ejecución.

**Dosificación:** Consiste en controlar la cantidad de los productos agregados a un proceso. Los dosificadores son dispositivos utilizados para regular el traslado del producto a las diferentes etapas de un proceso. Están compuestos por motores eléctricos, electroimanes, cilindros neumáticos y/o reguladores. En nuestro caso particular, la dosificación se dará en función de los parámetros físico – químico medidos en el agua del tanque balance que van a determinar el volumen de producto No Apto que se puede drenar al tanque balance para que este no salga fuera de sus parámetros.

**Parámetro:** Variable o factor que debe ser considerado a la hora de analizar, criticar y hacer juicios de una situación determinada.

**Proceso:** Conjunto de pasos con el fin de que determinados insumos interactúen entre sí, para obtener de esta interacción un determinado resultado.

**Tanque:** Los tanques de almacenamiento son estructuras de diversos materiales, por lo general de forma cilíndrica, que son usadas para guardar y/o preservar líquidos o gases a presión ambiente. Los tanques de almacenamiento suelen ser usados para almacenar líquidos, y son ampliamente utilizados en las industrias de gases, del petróleo, y química, y principalmente su uso más notable es el dado en las refinerías por sus requerimientos para el proceso de almacenamiento, sea temporal o prolongado; de los productos y subproductos que se obtienen de sus actividades.

**Válvula:** Nombre genérico para un dispositivo con características móviles que permite abrir y cerrar una vía de circulación con el fin de permitir, prevenir o controlar el flujo de fluidos.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

El marco metodológico viene a constituirse en el conjunto de procedimientos sobre las cuales se desarrolló la fase investigativa, en cuanto a tipo de investigación, técnicas de recolección de información, población, muestra, sustento de datos para la elaboración del estudio.

Sustentado lo expuesto, Sabino, C (2002) señaló: “La tarea investigadora, como proceso encaminado a la obtención de conocimientos científicos, deberá contemplar en su desarrollo los problemas tratados precedentemente” (p. 24). En este sentido, se expone la estructuración del marco metodológico en los parámetros que conlleven a la búsqueda de información.

#### **3.1 Nivel de la Investigación**

De acuerdo a la naturaleza del estudio, la investigación reúne por su nivel las características de un estudio descriptivo y explicativo. El proyecto tiene un nivel de investigación descriptivo porque se describe la situación actual del proceso de manejo del producto No Apto desde su traslado hacia la zona de espiche hasta el drenaje del mismo en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR, además tiene un nivel de investigación explicativa porque se basa en determinar cuáles son las posibles causas que originan los problemas en la planta de tratamiento de aguas residuales, con la finalidad de proponer planes de acciones que puedan solventar la problemática existente en la PTAR de la empresa Pepsi-Cola Valencia

#### **3.2 Tipo de la Investigación**

La realización del diseño de sistema de recepción y almacenamiento de producto No Apto para dosificar hacia el tanque balance de la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR, es considerada bajo la modalidad de Proyecto Factible. La

Universidad Pedagógica Experimental Libertador (1998), referida por Rangel, L y Gómez, J (2001) señala:

El proyecto factible es el desarrollo de una propuesta de investigación viable a ejecutar. En su desarrollo debe observar(a) aplicación a corto plazo; (b) se plantea una propuesta como solución parcial al problema; (c) se utiliza marco referencial, para fundamentar los avances científicos relacionados con el problema; (d) diseña un producto o propuesta (P.8).

En este sentido, la propuesta es factible, siempre y cuando una vez evaluada la relación Beneficio – costo su resultado sea mayor o igual a uno, por lo cual se considera proyecto factible realizado.

### **3.3 Diseño de la Investigación**

El proyecto está basado bajo la estrategia de investigación de campo:

La investigación de campo es definida como “el análisis sistemático de los problemas con el propósito de describirlos, explicar sus causas y efectos, entender su naturaleza y factores constituyentes o predecir su ocurrencia” (UPEL, 1990:6). Sabino, C (2002) señala que:

En las investigaciones de campo los datos de interés se recogen en forma directa de la realidad, mediante el trabajo concreto del investigador y su equipo. Estos datos, obtenidos directamente de la experiencia empírica, son llamados primarios, denominación que alude al hecho de que son datos de primera mano, originales, producto de la investigación en curso sin intermediación de ninguna naturaleza. Cuando, a diferencia de lo anterior, los datos a emplear han sido ya recolectados en otras investigaciones y son conocidos mediante los informes correspondientes nos referimos a datos secundarios, porque han sido obtenidos por otros y nos llegan elaborados y procesados de acuerdo con los fines de quienes inicialmente los obtuvieron y manipularon (P.64).

La propuesta en estudio como otras investigaciones se basa en la recolección de datos provenientes directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular variable alguna dentro del sistema.

### **3.4 Población y Muestra**

Una población o universo es el conjunto o totalidad de unidades elementales acerca de las cuales se quiere investigar. En otras palabras, es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las unidades de población poseen una característica

común, que es la que se estudia y da origen a los datos de la investigación. Méndez (2008) define la muestra como:

Un conjunto de casos o individuos de una población, además señala que esta puede ser más conveniente que el censo especial cuando se requiere información inmediata sobre una población, ya que su tamaño demanda demasiado tiempo obtenerla, además el costo de efectuar un censo es demasiado alto.

Para el caso de este trabajo de investigación la población está definida por la empresa PEPSI-COLA Valencia C.A en general, se consideró de esta manera la población debido a que las conclusiones que se generen en dicho proyecto van a tener incidencia en todo el comportamiento de la empresa. Para la muestra se tomó en cuenta exclusivamente la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR tanto sus operaciones como el personal que allí labora.

### **3.5 Técnicas de Recolección para la Información**

El éxito de una investigación descansa en buena parte en la pertinencia de las técnicas seleccionadas para la recolección de información, así como en la idoneidad de los instrumentos utilizados para tal fin. Al respecto Arias, F. (2006), “señala que la técnica de recolección representa el conjunto de procedimientos o formas utilizadas en la obtención de la información necesaria para lograr los objetivos de la investigación”. (p.78). Para llevar a cabo el proceso de recolección de datos de una manera eficiente, se utilizaron los siguientes instrumentos:

**Observación Directa:** Como técnica de investigación, la observación tiene amplia aceptación científica. Los sociólogos, Psicólogos e ingenieros industriales utilizan extensamente ésta técnica con el fin de estudiar los fenómenos de forma grupal o aislada. La observación puede ser estructurada o no estructurada. Para este estudio se hizo seguimiento a todas las operaciones realizadas por el personal tanto del área productiva como el personal de la PTAR; de esta manera se detectaron las actividades que requieren mejora.

**La entrevista:** Las entrevistas se utilizan para recabar información en forma verbal, a través de preguntas que propone el analista. Quienes responden pueden ser gerentes o

empleados, los cuales son usuarios actuales del sistema existente, usuarios potenciales del sistema propuesto o aquellos que proporcionarán datos o serán afectados por la aplicación de la propuesta.

El analista puede entrevistar al personal en forma individual o en grupos. En este estudio en particular se llevaron a cabo entrevistas no estructuradas de tipo informal, ya que no fueron guiadas por un cuestionario.

Estas entrevistas estuvieron dirigidas al personal relacionado directamente a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR, con la finalidad de obtener datos e información que permitió definir la problemática y determinar las variables críticas existentes del área de estudio. El autor Ander Egg (1992) plantea, “la entrevista no estructurada son preguntas abiertas, dentro de una conversación y la persona interrogada da una respuesta.”. (p. 227).

**Análisis Documental:** El análisis documental es la técnica que permite obtener datos teóricos para el desarrollo del trabajo de investigación. El autor de la mora (2006), señala que: “La recopilación y análisis documental se trata de revisar aquella información estadística y de opinión contenida en informes, anuarios estadísticos, estudios ya realizados y textos que aborden aspectos de la realidad local que vamos a investigar”. (p. 50).

### **3.6 Fases de la Investigación**

Con la finalidad de cumplir con los objetivos planteados en esta propuesta, el trabajo se estructura en fases, las cuales se presentan a continuación:

**Fase I: Diagnosticar la situación actual del drenaje del producto No Apto en el tanque balance de la PTAR vertido por la tanquilla espiche en PEPSI-COLA Valencia C.A.**

En esta fase se comenzó con el diagnóstico de la situación actual en la que se encuentra el proceso del producto no apto hacia el tanque balance de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR; es decir, la forma como se realiza el recorrido del producto no apto desde su aparición, traslado, vertido y hasta el drenaje del mismo, estableciendo comparaciones con respecto a la teoría de la planta de

tratamiento de aguas residuales permitiendo determinar situaciones de posibles problemas dentro del proceso de drenaje que se lleve a cabo actualmente. Para este diagnóstico la información necesaria se recopiló mediante la Observación Directa, la aplicación de Entrevistas No Estructuradas al personal involucrado (4 Personas) con el área de interés; obteniendo así una mejor percepción del sistema.

**Fase II: Analizar los factores que generan malos olores al drenar producto No Apto en el tanque balance de la PTAR empleando herramientas de Ingeniería Industrial en Pepsi-Cola Valencia C.A.**

Se analizó los resultados de la aplicación de la fase I, recopilando toda la información disponible para poder identificar las causas que generan los malos olores en el tanque balance de la PTAR por el drenaje del producto no apto vertido en la zona de espiche. Así mismo, se determinó las debilidades que inciden en la problemática planteada por medio de las siguientes herramientas de ingeniería:

- **Técnica de Grupo Nominal:**

Mediante la aplicación de la técnica de grupo nominal a los trabajadores que intervienen en el proceso, se les organizó la lluvia de ideas sobre los posibles factores relacionados con el descontrol en los parámetros operacionales pH y DQO en el tanque balance de la PTAR, y llegar a una priorización o conceso sobre los mismos.

- **Diagrama de Pareto:**

Con el cual se determinó las causas de mayor prioridad que están afectando el normal funcionamiento de la PTAR.

- **Método de los Cinco ¿Por qué?:**

Se involucra a la mayor cantidad de operadores y técnicos de proceso posible y se les aplica esta herramienta, con la finalidad de definir las causas raíz de los malos olores encontrados en la PTAR impactando al medio ambiente.

**Fase III: Elaborar la propuesta de Diseño del Sistema de Recepción y Almacenamiento en la planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR de PEPSI-COLA Valencia C.A.**

El objetivo de esta fase fue la de elaborar el diseño de un sistema de recepción y almacenamiento de producto No Apto para dosificar hacia el tanque balance de la PTAR con la finalidad de controlar el pH cumpliendo con la DQO mínima requerida, eliminando malos olores y obteniendo un buen funcionamiento en el proceso posterior del tratado de las aguas residuales.

**Fase IV: Evaluar la Relación Costo - Beneficio y el retorno de la inversión de la propuesta para determinar si es factible.**

Durante esta última fase se evaluó la relación Costo - Beneficio de la propuesta procedió a la suma de los beneficios entre la suma de los costos, si el resultado es mayor a 1 se trata de un proyecto factible. De igual forma se evaluó el retorno de la inversión siendo este los costos totales de la inversión entre la suma de los beneficios.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

En lo que concierne al análisis y presentación de los resultados, según el autor Tamayo y Tamayo, M 2004, opina lo siguiente: “los datos tienen su significado únicamente en función de las interpretaciones que les da el investigador. De nada sirve una abundante información si no se somete a un adecuado tratamiento analítico; pueden utilizarse técnicas lógicas y estadísticas”. (p.160).

En este capítulo se muestra la información recopilada mediante las técnicas e instrumentos de recolección, análisis de datos y presentación de los resultados de la investigación, con el objetivo de obtener toda la información necesaria para desarrollar cada una de las fases, utilizando la metodología planteada en el capítulo anterior, como es el diagnóstico a la situación actual del drenaje del producto No Apto en el tanque balance de la PTAR vertido por la tanquilla espiche, el análisis de las causas que generan los malos olores en dicha planta por el proceso antes mencionado del producto no apto para así, por medio de los resultados obtenidos estructurar un Diseño de Sistema de Recepción y Almacenamiento de producto No Apto en la PTAR de la empresa Pepsi-Cola Valencia C.A., tomando en cuenta todos los factores influyentes en la problemática presentada aplicando herramientas de ingeniería. Por último, se efectuará la evaluación de la relación costo-beneficio de la propuesta de mejora.

#### **4.1 Fase I: Diagnosticar la situación actual del drenaje del producto No Apto en el tanque balance de la PTAR vertido por la tanquilla espiche en PEPSI-COLA Valencia C.A.**

En esta fase se realizó la observación directa para diagnosticar y encontrar los problemas que afectan el proceso del producto no apto vertido desde la tanquilla de espiche hacia el tanque balance de la PTAR, así como también la revisión documental aplicada a los diagramas de proceso de la empresa y se usaron las entrevistas

informales aplicadas al personal obrero y operativo involucrados en el área tanto de proceso como los de la PTAR, con el fin de conocer sobre el proceso de manejo de producto no apto y otros temas de interés relacionados con este producto.

A continuación se presenta una descripción detallada que comprende el proceso de producción de las bebidas no carbonatadas en Pepsi-Cola C.A. planta Valencia hasta la generación del producto no apto y el vertido y drenaje en la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR.

#### **4.1.1 Descripción del proceso de producción.**

El proceso de producción de bebidas no carbonatadas en Pepsi-Cola Venezuela planta valencia, se puede estratificar en 5 etapas principales las cuales son:

- Recepción de Materia prima y Material de empaque
- Preparación de bebida a envasar
- Pasteurización y envasado de bebida
- Etiquetado y embalaje de producto Terminado
- Paletizado de producto Terminado

En la etapa de recepción de materia prima, se analiza y se verifica el estatus del material de empaque a utilizar en el proceso de producción de la planta, con el fin de asegurar la calidad del producto terminado.

La preparación de bebida (en cualquiera de sus presentaciones que se preparan en la planta), representa uno de los pasos más importantes en el proceso de producción, esta etapa comprende la preparación del jarabe simple que no es más que una solución azucarada de 24° Brix, la disolución de los ingredientes esenciales y posteriormente la mezcla del jarabe simple con la disolución de componentes esenciales en tanques de mezcla. La correcta ejecución de esta etapa determinará el sabor, color y aspecto de la bebida terminada.

El jarabe simple y la disolución de los ingredientes principales se unen en tanques de mezcla de 5000 litros. En proporciones distintas, según el producto a envasar. Desde los tanques de mezcla, la bebida se transfiere a tanques de balance (Run tank en la línea 1 y Balance Tank en la línea 2), luego que la bebida se

trasladada a los tanques de balance, es sometida a un tratamiento térmico para lograr su pasteurización y de esta manera, eliminar microorganismos termoresistentes, los cuales degradan el producto y disminuyen la vida del mismo.

Una vez la bebida se encuentra pasteurizada, va a la llenadora, donde se encuentra con el sensor de temperatura, en caso de que la temperatura de la bebida no se encuentre dentro del rango permitido, el producto se envía automáticamente a un tanque llamado “Tanque de Recirculación” y posteriormente, es sometida a un proceso de enfriamiento para luego ser almacenada en los tanques de mezclas y repetir la etapa de pasteurización.

Cada producto tiene un rango de temperatura de pasteurización asociado y también tiene su rango de temperatura de envasado, es importante asegurar la temperatura de envasado ya que se logra la esterilización del envase a usar.

Paralelamente, se realiza la fase de envasado del producto, que se inicia en el despaletizador de botellas, este equipo, como su nombre lo indica, desmonta los envases de las paletas donde vienen empacadas, estos son, botellas de vidrio; luego los envases son conducidos por transportadores a los lavadores de envases, en el cual serán enjuagadas a altas temperaturas con vapor. Luego de la preparación higiénica del envase, se realiza el proceso de llenado de los envases en la llenadora.

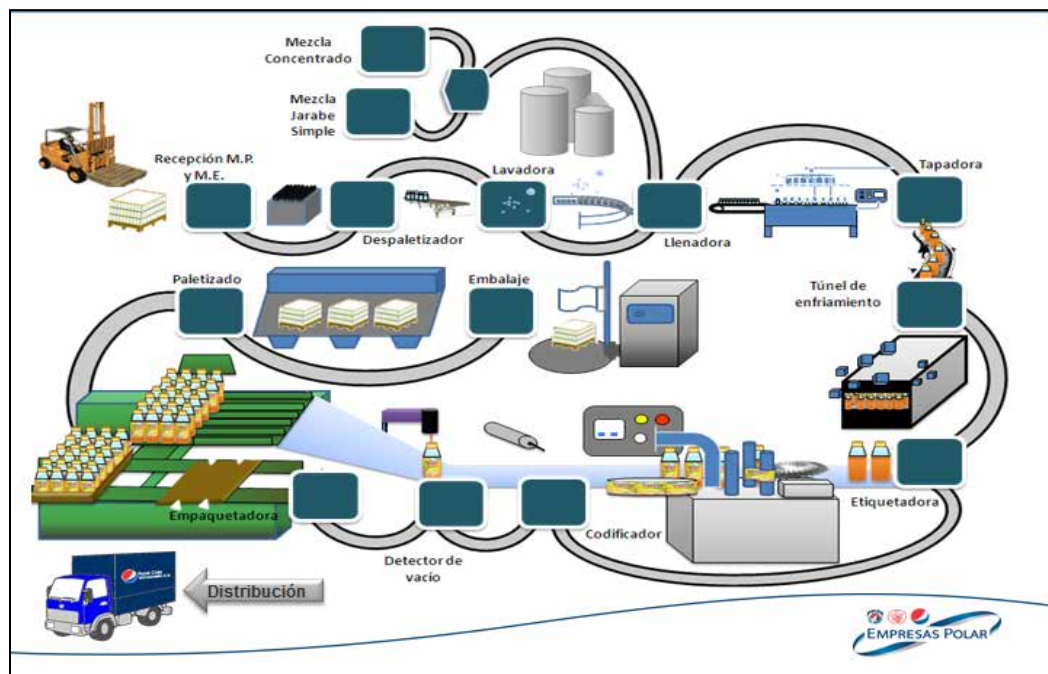
Inmediatamente, después de la etapa de llenado, prosigue el tapado del producto. Este mecanismo consiste en almacenar las tapas en tolvas, las cuales posteriormente descienden a través de un bajante y se ponen en contacto con el envase.

Posteriormente inicia el proceso de etiquetado de producto y aplica para todas las presentaciones, este proceso es sencillo y consiste simplemente en aplicar una pequeña porción de pega sobre la etiqueta y se une de manera tangencial el envase con dicha etiqueta. Dentro de la etapa de etiquetado se podría incluir la codificación del producto, lo cual consiste en imprimir sobre el envase la fecha de vencimiento, la ciudad y la línea por donde se produjo la bebida, una vez que el producto es etiquetado y codificado pasará por un dispositivo de detección de cierre, este se

encarga de asegurar que las tapas han sido aplicadas correctamente y se alcanzó el debido vacío en las botellas de vidrio con tapas metálicas, este dispositivo es quien valida si el producto se encuentra en las condiciones establecidas de tapado para continuar con el proceso.

La última etapa del proceso se refiere al embalaje y despacho del producto terminado. El agrupamiento primario se realiza en una envolvedora de marca Kallfass, que es un equipo que funciona con brazos mecánicos activados neumáticamente los cuales apilan la cantidad de unidades requeridas, son delimitadas por una caja de cartón, y posteriormente se cubren con un material termo-encogible, que luego pasa por un horno, se adhiere a las cajas contenida del producto terminado.

El agrupamiento secundario se refiere a la formación de paletas con cajas de producto terminado, este se hace por medio de un robot paletizador, el cual agrupa las cajas conforme a la presentación de la botella y se complementa envolviendo las paletas con una maquina envolvedora semiautomática. (Ver Diagrama 3)



**Diagrama 3. Proceso de Producción.**

Fuente: planta de producción Pepsi-Cola C.A. (2017)

#### 4.1.2 Productos Elaborados

Pepsi-Cola Venezuela, C.A. Planta Valencia, cuenta con dos líneas de producción, donde se elaboran los siguientes productos: (Ver cuadro 1) y (Ver cuadro 2):

Cuadro 1. Productos elaborados por la línea 1

<b>PRODUCTO (Línea 1)</b>	<b>SABOR</b>	<b>FORMATO</b>
YUKERY	Pera, Durazno y Manzana	250 ml vidrio
YUKERY	Pera, Durazno, Manzana y Naranja	1 Litro vidrio

Fuente: Departamento de procesos de Pepsi-Cola Venezuela, C.A. Planta Valencia.

Cuadro 2. Productos elaborados por la línea 2

<b>PRODUCTO (Línea 2)</b>	<b>SABOR</b>	<b>FORMATO</b>
YUKERY	Pera, Durazno y Manzana	250 ml vidrio
TÉ LIPTON	Limón y Durazno	250 ml vidrio

Fuente: Departamento de procesos de Pepsi-Cola Venezuela, C.A. Planta Valencia.

En este trabajo de investigación, se evaluará solo el producto obtenido en botellas 250 ml ya que en la actualidad es lo que se está produciendo en dicha planta por normativas de la empresa.

#### 4.1.3 Descripción de la generación de producto No Apto

El producto No Apto en la planta de producción Pepsi-Cola Valencia C.A., se genera a partir del comportamiento que contiene la línea de producción o en los equipos pertenecientes a la misma. Se clasifica no apto, por las siguientes características:

- Producto contaminado.
- Batch fuera de especificación (°Brix)

- Producto con defecto de tapado, estos son: (ausencia o daños del plastisol en la parte interna de la tapa, tapas golpeadas o dobladas, mal tapado, botellas sin tapas, etc.)
- Producto con defecto de botella.
- Producto con bajo contenido.

El producto no apto tiene dos procesos de operación ya que si se determina defectuoso se toma la decisión de desecharlo o en algunos casos se retiene, se evalúa, se analiza y si no cumple con las especificaciones en los parámetros de calidad se toma la decisión de apartarlo para ser desechado.

Su proceso posterior dependerá del estado en donde se encuentre el defecto: si el producto se encuentra contaminado o batch fuera de especificación, el mismo no es envasado y se procede a drenarlo hacia el tanque de calamidad en donde se dosifica hacia la planta de tratamientos de aguas residuales PTAR. Por el contrario, una vez que el producto ya se encuentra envasado y presenta algún defecto de llenado, tapado o de botella, entonces se califica como no apto, este es trasladado a la zona de espiche para su proceso posterior. Para efectos de esta investigación se evaluara solo el producto no apto que es trasladado a la zona de espiche.

El producto con defecto de llenado o de botella (Ver Anexo A) es detectado de forma visual, lo cual se retiene, se evalúa, se analiza y si no cumple con los parámetros de calidad por normativas de la empresa se toma la decisión de desecharlo, entonces se traslada en tambores a la zona de espiche. En caso de presentar defecto de tapado, se cuenta con un dispositivo de detección de cierre, es quien valida si el producto se encuentra en las condiciones establecidas de tapado para continuar con el proceso. En caso de no cumplirlas es apartado en tambores y enviado a la zona de espiche en donde se verte por la tanquilla de espiche para ser drenado hacia el tanque balance de la PTAR.

A continuación se presenta un diagrama de bloques del proceso de manejo del producto no apto por defecto de botella, llenado y tapado (Ver Anexo B); así mismo, como se mencionó anteriormente dicho proceso es el que se evaluará en este trabajo

de investigación para lograr implementar una mejora continua en el proceso pertinente de dicho producto. (Ver diagrama 4)

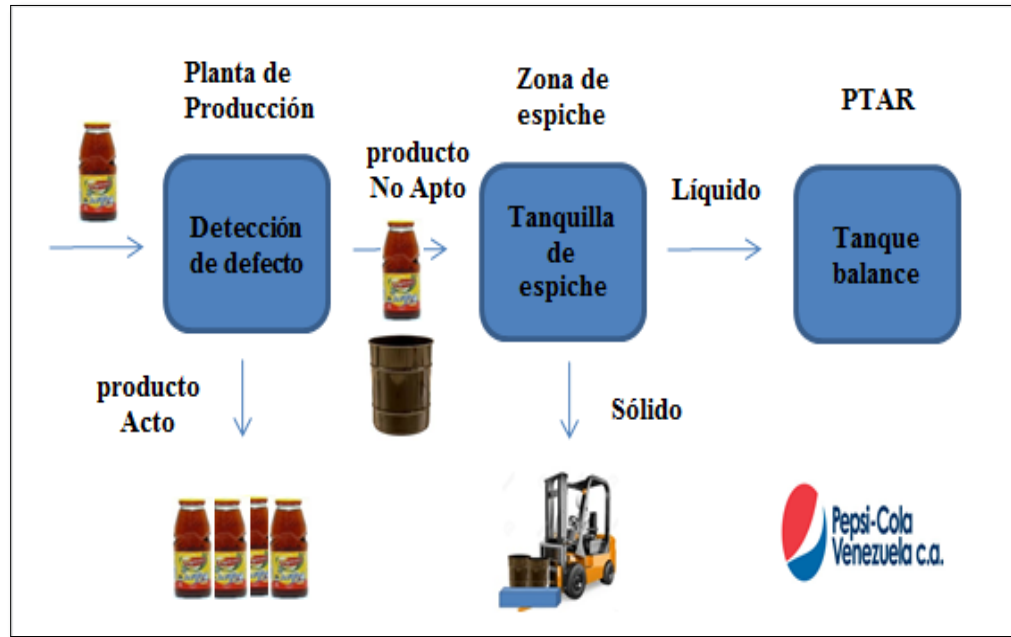


Diagrama 4. Proceso del producto No Apto

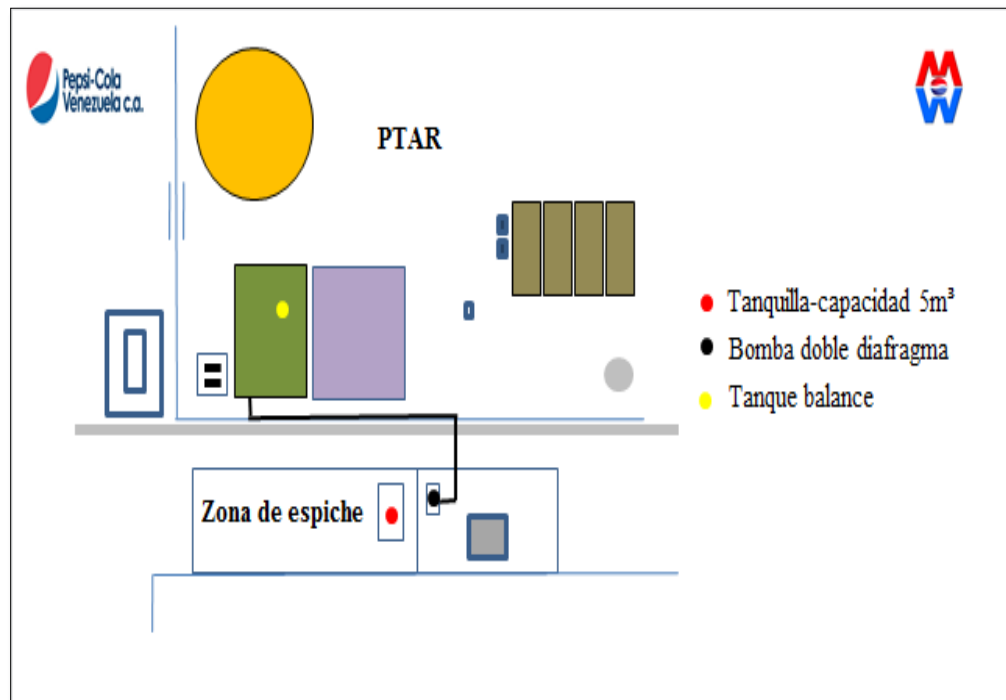
Fuente: Autor

#### 4.1.4 Descripción del proceso en la Zona de Espiche

El proceso de espiche se basa en colocar el tambor (perforado en su parte inferior) sobre la tanquilla, esta contiene una capacidad de 5.000 litros correspondiente al área de espiche. Cumpliendo con las normas básicas de seguridad (Equipo de protección personal, tales como; guantes de carnaza, monolentes, tapa oídos, botas de seguridad y delantal) se rompen las botellas, esto es con el fin de verter el líquido por la tanquilla, este vertido es enviado directamente a la PTAR por medio de una bomba doble diafragma con una capacidad de 2,5 galones por minuto, mientras que la parte solida es trasladada a su destino final para ser reciclado (Ver Anexo C).

La bomba de la tanquilla se activa por un sensor de nivel de líquido contenido en la misma, así el producto no apto es enviado al tanque balance.

El vertido en este proceso no está contabilizado en el tanque balance de la PTAR, ya que dicha tanquilla no fue creada para tal fin pero al mismo tiempo la empresa tomó la decisión de verter este producto por la tanquilla espiche con el objeto de disminuir costos asociados al proceso que anteriormente se implementaba en la decisión de producto envasado fuera de parámetros antes mencionados. (Ver Plano 5)



Plano 5. Zona de espiche

Fuente: Freddy Carmona Pepsi-Cola Valencia C.A.

#### 4.1.5 Descripción del proceso en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

El proceso actual de Tratamiento de Aguas Residuales de Pepsi-Cola C.A. Planta Valencia es un proceso anaeróbico controlado mediante accionamientos automáticos.

Las aguas provenientes de los procesos productivos de planta, son conducidas a una tanquilla recolectora principal, las cuales son bombeadas hacia el sistema de

tratamiento de aguas residuales, el cual se inicia a través de un Strainer (filtro) de 20 mesh para luego ser enviadas a un Tanque de balance; de igual forma, el producto no apto provenientes de producción que se encuentran tanto en el tanque de calamidad (dicho tanque recibe el producto no apto por drenaje desde los equipos de preparación en producción la cual, se dosifica el producto hacia el tanque balance), como también en la zona de espiche, estos son enviados al tanque balance. Dicho tanque posee una capacidad de 254m<sup>3</sup>. Allí se realiza control de pH, demanda química de oxígeno DQO, temperatura, y se suministran nutrientes de fósforo (P) y nitrógeno (N). El agua pre-acondicionada en el Tanque de balance es enviada a un Tanque de Recirculación (Tanque del sistema del REACTOR IC) donde se controla pH y temperatura para alimentar al REACTOR IC. El agua de entrada al REACTOR IC debe tener valores estrictos de pH y temperatura para garantizar el buen funcionamiento del mismo, si el sistema detecta que estos valores están fuera de rango, se detendrá automáticamente la alimentación al REACTOR IC. La función del Tanque de Recirculación que alimenta al REACTOR IC es retornar una fracción del efluente del REACTOR IC y así garantizar una mayor remoción de DQO, aumentar la alcalinidad tanto en el Tanque de Recirculación como en el REACTOR IC, que es donde ocurre la digestión anaeróbica. El reactor IC está inoculado con lodo anaeróbico granular, el cual convierte los compuestos orgánicos presentes (DQO) en biogás y en una pequeña cantidad de lodo anaeróbico granular nuevo.

La reacción dentro del REACTOR IC produce biogás, compuesto principalmente por: Ver tabla 1.

Tabla 1. Composición teórica de Biogás

Metano (CH <sub>4</sub> )	50 – 90 vol. %
Dióxido de Carbón (CO <sub>2</sub> )	10 – 45 vol. %
Sulfuro de Hidrogeno	0 – 5 vol. %
Vapor de Agua	0 – 5 vol. % (100% saturado)

Fuente: PTAR Pepsi-Cola Valencia C.A.

Este biogás es almacenado en el Acumulador de Gas (gas buffer) y enviado a un Quemador (gas flare). El sistema cuenta con un contador de gas.

El agua residual tratada proveniente del REACTOR IC es enviada a un Tanque de Pulimento, donde también se incorporan las aguas proveniente de retrolavados de filtros, limpieza de torres de enfriamiento, purgas de calderas y enjuague de botellas nuevas, estas aguas son denominadas aguas débiles por su baja carga orgánica. Al tanque de pulimento se incorporan las aguas ya tratadas de la planta aeróbica de la PTAR de APC Cereales, en este tanque se produce la oxidación de los sulfuros, así como la oxidación del exceso de DQO. Estas aguas son aireadas para posteriormente ser enviadas a un Separador Lamelar, que ejerce función de clarificador, separando las aguas del lodo mediante el proceso de sedimentación, reduciendo así los sólidos suspendidos en el efluente. Los lodos generados en el sistema serán enviados al tanque de almacenamiento de lodos. El agua ya clarificada rebosa por el vertedero del Separador Lamelar y finalmente es conducida a una tanquilla que forma parte del sistema interno de planta para descargar a la red cloacal regional donde se registra el pH y Temperatura de salida.

El sistema anaeróbico adicionalmente cuenta con un sistema de almacenamiento de lodo granular. Cuando se registra que el REACTOR IC tiene un nivel de lodo superior a lo requerido de altura, se procederá a trasegar lodo anaeróbico del REACTOR IC al Tanque Lodo Granular, a través de una bomba (bomba peristáltica).

La degradación de la materia orgánica genera lodos de desechos, por lo que existe un sistema que culmina el tratamiento de lodos, el cual cuenta con un tanque de lodo (Tanque Almacenador de Lodo Pasta) de desecho proveniente del Separador Lamelar. Este tanque alimenta al sistema de deshidratación de lodo el cual consta de una Centrifuga y un sistema de dosificación de polímero. El lodo deshidratado es descargado en una tolva para su disposición final. (Ver Diagrama de flujo 6)

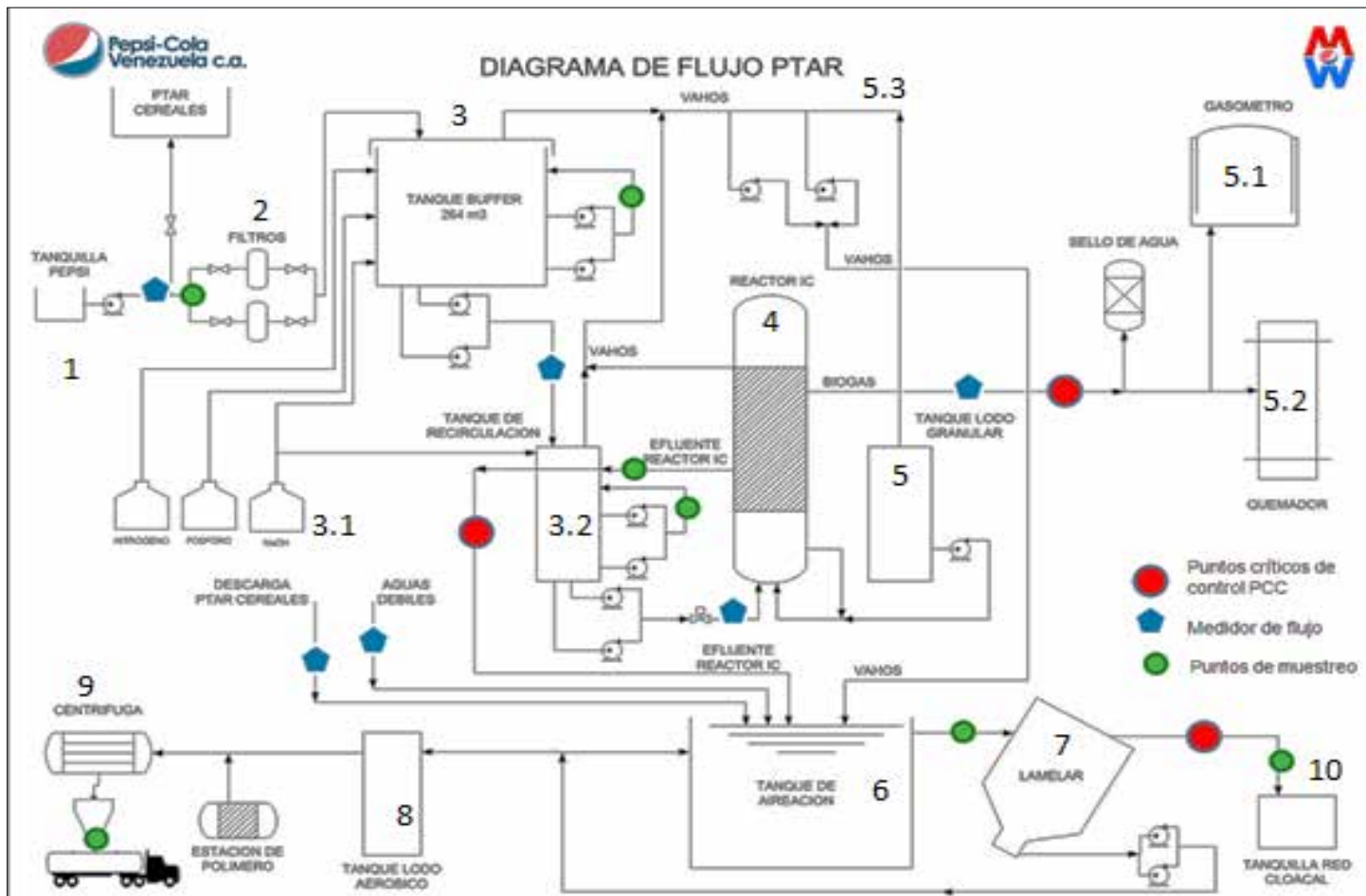


Diagrama 6. Diagrama de flujo PTAR

Fuente: PTAR Pepsi-Cola Valencia C.A.

#### 4.1.6 Diagnóstico resultante en los procesos descritos anteriormente

En el proceso actual se evaluaron los registros de producción. La cual, por normativas de la empresa no se obtuvo el histórico pertinente al producto perdido por defecto mes a mes. Sin embargo, se conoce que la producción semanal es de 60.000,00 litros y que el porcentaje máximo de rechazo permitido por la empresa de producto rechazado por defecto (tanto de tapado como de envase y llenado) es de 1,00%. Así, según los cálculos se puede comprobar, que el producto no apto que se traslada a la zona de espiche semanalmente es de 600 litros más o menos, lo que significa que cada mes se recibe un estimado de 2.400,00 litros/mes.

De igual forma se evaluaron los registros donde se muestra el control de pH y DQO (se lleva una data en formato Excel donde se registran todos los parámetros del afluente y efluente de planta y donde se visualiza el tanque balance y los parámetros de control para este). A continuación en la Tabla 2 se presenta un resumen histórico en promedios por mes de los factores de control pH y DQO en el tanque balance correspondiente al segundo semestre del año 2017:

Tabla 2. Promedio pH y DQO

Meses	pH (6,5-7,5)	DQO 3500 (mg/l) Max.
Julio	4,86	8545,71
Agosto	4,85	8484,29
Septiembre	4,33	8355,71
Octubre	4,73	8505,50
Noviembre	4,57	8124,29
Diciembre	5,04	7365,66

Fuente: PTAR Pepsi-Cola Valencia C.A.

En promedio durante los últimos 6 meses del año 2017 se obtuvo un pH de 4,73 lo que significa que se encuentra por debajo del rango operacional y la DQO en promedio es de 8.230,19 mg/l, sobrepasando su valor máximo de descarga que son 3.500 mg/l.

Se logró evidenciar variabilidad en los parámetros de operación pH y DQO, presentando descontrol operacional en el proceso actual.

En tal sentido, el diagnóstico a la situación actual del drenaje del producto No Apto en el tanque balance de la PTAR se llevó a cabo mediante la observación directa, entrevista no estructurada y recolección de información del proceso de manejo del producto no apto (desde que se genera hasta su almacenamiento para ser tratado), destacándose los siguientes elementos:

- En la zona de espiche se encontró que se vierte producto no apto sin control ya que varía dependiendo de la producción o del estado en que se encuentren las líneas del proceso productivo.
- Se observó que la cantidad del (producto no apto) que se drena directamente al tanque balance vertido desde la tanquilla espiche, impacta de acuerdo al volumen de líquido contenido en éste, esto quiere decir que al haber poco contenido en el tanque balance de los demás afluentes (aguas residuales y otros productos rechazados) y al mismo tiempo drenar una cantidad de producto no apto afecta de forma importante los parámetros de proceso (DQO y pH).
- Se halló que el producto no apto se descompone en el tanque balance ya que es ácido con alto contenido de azúcar.
- Se encontró que la descomposición en el tanque balance produce que el pH disminuya.
- El bajo pH genera malos olores en la PTAR que afecta instalaciones vecinas, impactando en el medio ambiente.
- Se recibieron quejas de vecinos a la PTAR de Pepsi-Cola Valencia C.A. por malos olores. Así mismo, se presentó el ministerio del ambiente para llevar a cabo la inspección correspondiente a la PTAR, llegando a la conclusión de que existen olores muy fuertes lo cual está afectando a los vecinos, por los momentos no se recibieron multas pero se sabe que existen denuncias al ministerio por parte de organizaciones que se ven afectadas.

#### **4.2 Fase II: Analizar los factores que generan malos olores al drenar producto No Apto en el tanque balance de la PTAR empleando herramientas de Ingeniería Industrial en Pepsi-Cola Valencia C.A.**

Luego de realizar el diagnóstico en el proceso de manejo de producto no apto, desde que es generado, su traslado y vertido en la tanquilla, hasta el drenaje del mismo en el tanque balance de la PTAR; se determinó que dicho proceso puede tener algunas oportunidades de mejora a la situación que se está planteando, por ello se procede a implementar herramientas de Ingeniería para el análisis de los factores que generan malos olores por el drenaje de producto no apto en la PTAR desde el vertido por la tanquilla espiche:

- Lluvia de ideas
- Técnica de grupo nominal.
- Diagrama de Pareto.
- Método de los Cinco ¿por qué?

La emisión de olores molestos puede provenir de una gran variedad de actividades industriales, aunque hay algunos sectores que son más propensos a generar malos olores debido a las “materias primas” con las que trabajan, como son los que trabajan con productos de origen animal, alimentación, ganadería, química o los gestores de residuos.

En muchos otros casos los malos olores no se generan debido a la actividad propia de la empresa, sino a los residuos que la misma genera en sus procesos productivos. En este sentido, es habitual encontrarse el problema en las aguas residuales que generan dichas plantas.

Si bien es cierto que tomar las precauciones necesarias en los procesos puede ayudar a reducir y eliminar los olores, en muchas ocasiones existe la posibilidad que estas medidas son insuficientes y hay que implementar alguna tecnología de reducción de olores.

La aparición de los malos olores por el drenaje de dicho producto a partir de su vertido por la tanquilla espiche no nace de una sola causa, por ello se decidió reforzar

los resultados obtenidos mediante la aplicación de la observación directa, recolección de datos y entrevistas no estructuradas empleando el método de tormenta de ideas junto con las 4 personas entrevistadas, encontrándose más de una posible causa raíz siempre y cuando puedan justificar esta opción.

El resultado de la tormenta de ideas alimentó significativamente el estudio, ya que no solo se obtuvo información referente a los malos olores, sino también a otros problemas que afectan este proceso de producto no apto. Para un mejor enfoque de esfuerzo se decidió clasificar cada posible causa raíz expuesta por cada participante a una causa fundamental en el proceso del vertido del producto no apto hacia el tanque balance de la PTAR. Las cuales son:

- Descontrol de parámetros operacionales pH y DQO en el tanque balance de la PTAR por el vertido de producto no apto en la tanquilla de espiche.
- El volumen de producto no apto vertido en la tanquilla de espiche se declara exceso para el tanque balance de la PTAR.
- No existe un control en el drenaje de producto no apto al tanque balance de la PTAR vertido desde la tanquilla de espiche.
- Descomposición de carga orgánica del producto no apto en el tanque balance de la PTAR.
- Falta de personal en la PTAR para una mejor gestión por proceso.
- No se prepara el líquido (aguas residuales y otros productos rechazados) contenidos en el tanque balance para denar el producto no apto.

Ahora bien, una vez conocidas todas las causas posibles que generan los malos olores al drenar producto no apto en el tanque balance de la PTAR vertido desde la tanquilla espiche en Pepsi-Cola Valencia C.A., se procedió aplicar la Técnica de Grupo Nominal, donde se identificaron las principales causas que generan la problemática antes descrita, obtenidas por la aplicación de la lluvia de ideas; entrevistándose al Jefe de producción, al jefe de la PTAR, al analista de proceso, y al operador encargado del área de espiche. Igualmente, se le asignaron puntuaciones

bajo una ponderación del 1 al 10, para que los mismos evaluaran las principales causas desde su punto de vista.

Las causas señaladas en la Técnica de Grupo Nominal son las siguientes: (a) Descontrol de parámetros operacionales pH y DQO en el tanque balance de la PTAR por el vertido de producto no apto desde la tanquilla de espiche, (b) El volumen de producto no apto vertido en la tanquilla de espiche se declara exceso para el tanque balance de la PTAR, (c) No existe un control en el drenaje de producto no apto al tanque balance de la PTAR vertido desde la tanquilla de espiche, (d) Descomposición de carga orgánica del producto no apto en el tanque balance de la PTAR, (e) Falta de personal en la PTAR para una mejor gestión por proceso y (f) No se prepara el líquido (aguas residuales y otros productos rechazados) contenidos en el tanque balance para denar el producto no apto. A continuación, en el cuadro 3 se muestra el resultado de la Técnica de Grupo Nominal aplicada.

Cuadro 3. Técnica del Grupo Nominal

Causas	Personas entrevistadas				Total
	Jefe de producción	Jefe de PTAR	Analista de Calidad	Encargado Zona de espiche	
A	10	10	10	10	40
B	1	6	3	6	16
C	8	10	8	9	35
D	4	6	4	6	20
E	5	2	1	4	12
F	5	1	4	1	11
<b>Total</b>	33	35	30	36	134

Fuente: Medina, H. (2018)

Obtenidas las puntuaciones de las 4 personas entrevistadas, se elaboró el diagrama de Pareto, donde se ordenaron de mayor a menor las puntuaciones de las principales causas expuestas en la Técnica de Grupo Nominal. Luego, se anexaron las columnas de frecuencia relativa y frecuencia acumulada, expresadas en porcentaje, como se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Principales causas que generan malos olores en el drenaje de producto no apto en el tanque balance de la PTAR vertido por la tanquilla de espiche.

Nº	Causas	Puntuación	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
1	Descontrol de parámetros operacionales pH y DQO en el tanque balance de la PTAR por el vertido de producto no apto desde la tanquilla de espiche.	40	30%	30%
2	No existe un control en el drenaje de producto no apto al tanque balance de la PTAR vertido desde la tanquilla de espiche.	35	26%	56%
3	Descomposición de carga orgánica del producto no apto en el tanque balance de la PTAR.	20	15%	71%
4	El volumen de producto no apto vertido en la tanquilla de espiche se declara exceso para el tanque balance de la PTAR.	16	12%	83%
5	Falta de personal en la PTAR para una mejor gestión por proceso	12	9%	92%
6	No se prepara el líquido (aguas residuales y otros productos rechazados)	11	8%	100%
<b>Puntuación Total</b>		<b>134</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Medina, H. (2018)

Luego de ordenada la tabla, se elaboró un diagrama de Pareto para identificar las causas principales que generan la problemática antes descrita, del cual se puede observar en el gráfico 7, que las causas A, C, D y B, acumulan el 83 % de la puntuación asignada por los expertos en la Técnica de Grupo Nominal. (Ver Gráfico 7).

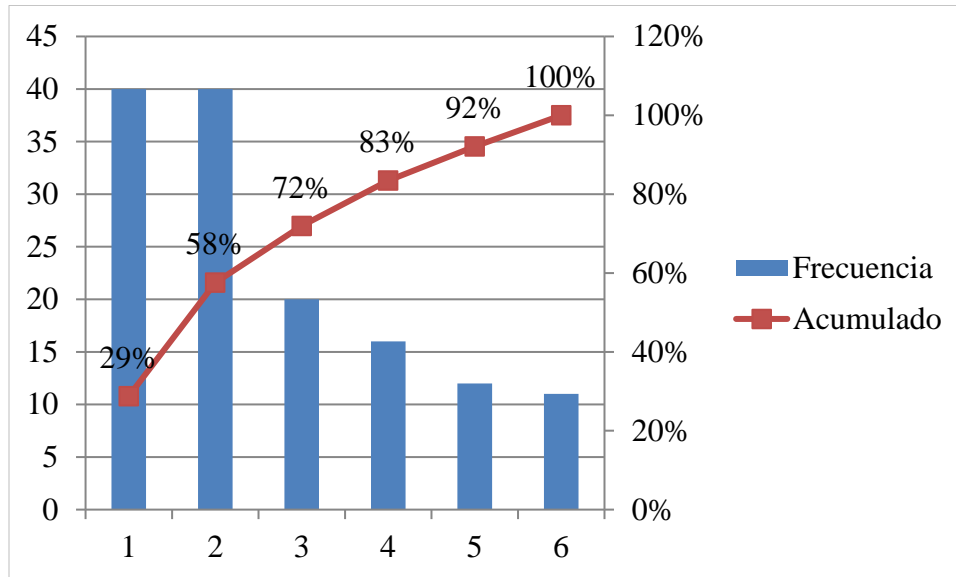


Gráfico 7. Diagrama de Pareto.

Fuente: Medina, H. (2018)

Como lo indica la gráfica las causas A, C, D y B, son las principales en generar la problemática de los malos olores en el drenaje de producto no apto en el tanque balance de la PTAR desde el vertido por la tanquilla espiche, lo cual representa las siguientes opciones respectivamente: (a) Descontrol de parámetros operacionales pH y DQO en el tanque balance de la PTAR por el vertido de producto no apto en la tanquilla de espiche, (c) No existe un control en el drenaje de producto no apto al tanque balance de la PTAR vertido desde la tanquilla de espiche, (d) Descomposición inmediata de carga orgánica del producto no apto en el tanque balance de la PTAR y (b) El volumen de producto no apto vertido en la tanquilla de espiche se declara exceso para el tanque balance de la PTAR.

Ya que el control de olor es uno de los intereses primordiales para la PTAR de Pepsi-Cola Valencia C.A. buscando implementar en todo momento una buena gestión del proceso con el fin de acabar con los malos olores que allí se generan y dispuestos a aplicar en sus procesos para este logro una mejora continua.

Se quiere profundizar las principales causas obtenidas por medio de la Técnica del Grupo Nominal aplicando la herramienta “Cinco ¿por qué?” a cada una de las

causas principales obtenidas. En el Cuadro 5 se muestran las tres primeras causas principales en donde se le aplican la Técnica de los “Cinco ¿por qué?”, de igual forma en el Cuadro 6 se le aplica esta herramienta a la cuarta causa obtenida.

Cuadro 5. Aplicación de los Cinco ¿por qué?

<b>Indagación de las causas principales (1, 2, 3)</b>				
<b>N°</b>	<b>Causa</b>	<b>¿Por qué?</b>	<b>¿Por qué?</b>	<b>¿Por qué?</b>
1	Descontrol de parámetros operacionales pH y DQP en el tanque balance de la PTAR por el vertido del producto no apto en la tanquilla de espiche	Se drena producto no apto sin control al tanque balance	El producto no apto vertido en la tanquilla de espiche es bombeado directamente al tanque balance	No se cuenta con un tanque que reciba y almacene el producto no apto antes de ser drenado al tanque balance para dosificar dicho líquido
2	No existe un control en el drenaje del producto no apto al tanque balance de la PTAR	El producto no apto vertido en la tanquilla de espiche es bombeado directamente al tanque balance	No se cuenta con un tanque que reciba y almacene el producto no apto antes de ser drenado al tanque balance para dosificar dicho líquido	
3	Descomposición de carga orgánica del producto no apto en el tanque balance de la PTAR	Se envía exceso del producto no apto al tanque balance de la PTAR	No se cuenta con un tanque que reciba y almacene el producto no apto antes de ser drenado al tanque balance para dosificar dicho líquido	

Fuente: Autor (2018)

Cuadro 6. Aplicación de los Cinco ¿por qué?

Indagación de las causas principales (4)				
Nº	Causa	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
4	El volumen de producto no apto vertido en la tanquilla de espiche se declara exceso para el tanque balance de la PTAR	Debido a que este proceso no pertenecía a la PTAR no se cuantifica el líquido vertido	Falta de disposición inmediata para unir dichos procesos en la PTAR	Se requiere de un sistema que reciba y almacene el producto no apto para dosificar a la PTAR

Fuente: Autor (2018)

La aplicación de los 5 ¿Por qué? Se realizó a partir de los resultados obtenidos en la Técnica del Grupo Nominal, por medio de este análisis se pudo recalcar que las oportunidades de mejora a los problemas de olores en la PTAR van desde simplemente adecuar el diseño y operación de la misma, hasta evaluar, incluir nuevas o diferentes tecnologías y procesos dentro de la PTAR, esto es para evitar la producción de olores, gestionando de manera más eficiente el empleo.

Por último, en síntesis del análisis realizado, se logró detectar una oportunidad de mejora que ocasiona gran avance en lo que respecta al proceso de producto no apto desde su vertido en la tanquilla de espiche hasta su drenaje en el tanque balance de la PTAR priorizando el impacto ambiental (malos olores) y mitigando las causas principales de su generación, se propone Diseñar un Sistema de Recepción y Almacenamiento de producto No Apto en la PTAR de la empresa Pepsi-Cola Valencia. C. A, con el fin de dosificar de forma controlada el producto no apto, logrando controlar los parámetros de operación pH y DQO, también se propone capacitar al personal involucrado al proceso del producto no apto vertido desde la tanquilla de espiche, con el objeto de mostrar la buena ejecución del Sistema de Recepción y Almacenamiento de producto no apto en la PTAR para dosificar este producto hacia el tanque balance y eliminar los malos olores producidos por el drenaje del producto no apto vertido desde la tanquilla de espiche.

### **4.3 Fase III: Elaborar la propuesta de Diseño del Sistema de Recepción y Almacenamiento en la planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR de PEPSI-COLA Valencia C.A.**

En esta fase se planteó la propuesta de Diseño de un Sistema de Recepción y Almacenamiento de producto No Apto para dosificar y controlar de forma precisa el drenaje hacia el tanque balance de la PTAR sin afectar su normal funcionamiento partiendo desde el vertido por la tanquilla espiche, logrando obtener beneficios y mejoras tanto en la misma como en sus alrededores, eliminando los malos olores causados por el descontrol de parámetros operacionales pH y DQO en el tanque balance de la PTAR por el vertido de producto no apto en la tanquilla de espiche, descontrol en el drenaje de producto no apto al tanque balance de la PTAR vertido desde la tanquilla de espiche, la descomposición inmediata de carga orgánica del producto no apto en el tanque balance de la PTAR y el volumen de producto no apto vertido en la tanquilla de espiche como exceso para el tanque balance de la PTAR, obteniendo un tratamiento adecuado para las aguas residuales que cumplan con las especificaciones ya definidas para Pepsi-Cola Valencia C.A.

Este diseño está basado en los análisis previos expresados en la fase I y fase II de esta investigación. Cualquier decisión, acción, estrategia o medida se planteó a la gerencia de la planta Pepsi-Cola Valencia C.A. A continuación se procederá a la elaboración de la propuesta planteada.

#### **4.3.1 Sistema de Recepción y Almacenamiento**

Para eliminar los malos olores en la PTAR por el drenaje del producto no apto al tanque balance vertido desde la tanquilla de espiche se deben controlar los parámetros operacionales en el tanque balance (pH y DQO) dosificando este producto (flujo) que se vierte por la zona de espiche, se propone instalar un Tanque con suficiente capacidad de almacenamiento, que sea de material aislante y resistente; con el fin, de recibir y almacenar el producto no apto y resista el líquido vertido sin calentarse para que no ocurra descomposición inmediata de dicho producto. Se plantea que este proceso ocurra antes del drenaje del mismo al tanque balance de la

PTAR con objeto de controlar manualmente el flujo del producto no apto al tanque balance por medio de una válvula de cierre rápido evitando exceso del líquido en el tanque balance y así acabar con el descontrol en parámetros operacionales, el drenaje del mismo será por gravedad ya que el nivel del Tanque no apto corresponde al nivel del tanque balance. Una vez evaluado los parámetros operacionales en el tanque balance se hará una estimación del volumen que se enviará al mismo por un tiempo prologado, ya que el área de la tubería por tiempo es igual al volumen que se drenará al tanque balance.

La empresa dispone de un tanque de fibra de vidrio cerrado en perfectas condiciones con una capacidad de 7.000 litros, en la que en la actualidad no tiene ningún tipo de uso, se cuenta con su disposición para la implementación de dicha propuesta, con el fin de reducir costos asociados. Lo cual se debe realizar la movilización del mismo. (Ver Figura 8)



Figura 8. Tanque No Apto

Fuente: Autor

### 4.3.2 Ubicación del Tanque No Apto en la planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR de PEPSI-COLA Valencia C.A

Evaluar la ubicación del sistema de almacenamiento (tanque no apto) por medio de la observación directa, tomando en cuenta: Drenaje por gravedad, si se cuenta con espacio suficiente para losa de 2,40 x 2,40 x 0,40 mts y dique de contención, la construcción de la misma y si limita el acceso a otros equipos adyacentes. Para la visualización de las tres posibles propuestas de la ubicación, Ver Anexo D en adelante; A continuación se muestran los resultados obtenidos en la Tabla 3:

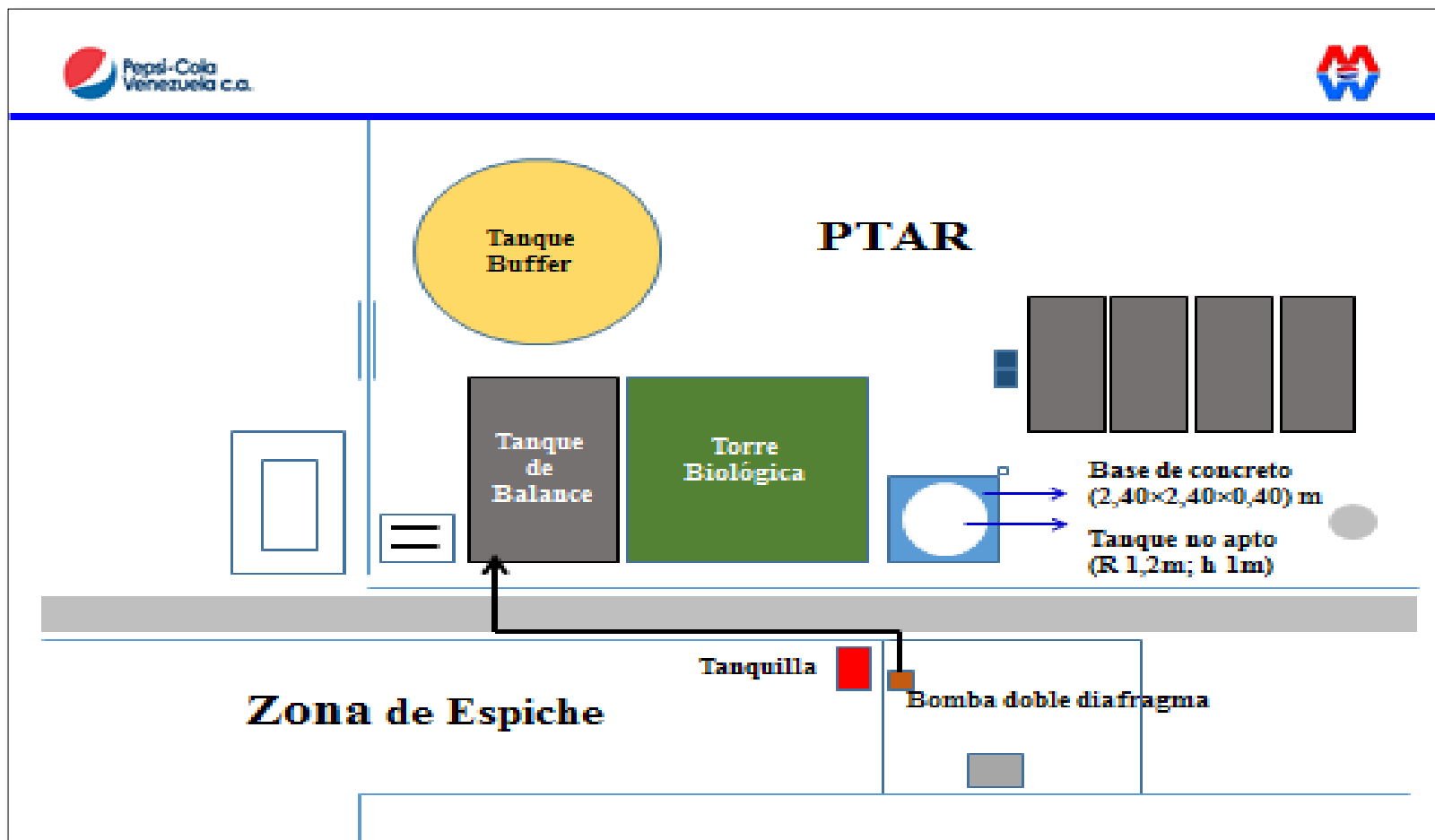
Tabla 3. Ubicación propuesta del tanque no apto

Ubicación-Propuesta	Drenaje por gravedad	Espacio suficiente para losa de 2,40 x 2,40 x 0,40 mts y dique de contención	Construcción área de placa como base para losa y dique de contención	Limita acceso a equipos adyacentes
1	Si cumple	No aplica	Si amerita	Si limita
2	Si cumple	No aplica	Si amerita	Si limita
3	Si cumple	Si aplica	Si amerita	No limita

Fuente: Autor

Por medio de los resultados obtenidos en la evaluación de la ubicación-propuesta, se decide que el lugar correspondiente al número 3 es la ubicación apropiada ya que esta comprende drenaje por gravedad, espacio suficiente para losa de 2,40 x 2,40 x 0,40 mts y dique de contención, a pesar que se debe realizar la construcción de la placa como base para losa y el dique de contención, no limita el acceso a equipos adyacentes contando con suficiente espacio para el sistema propuesto.

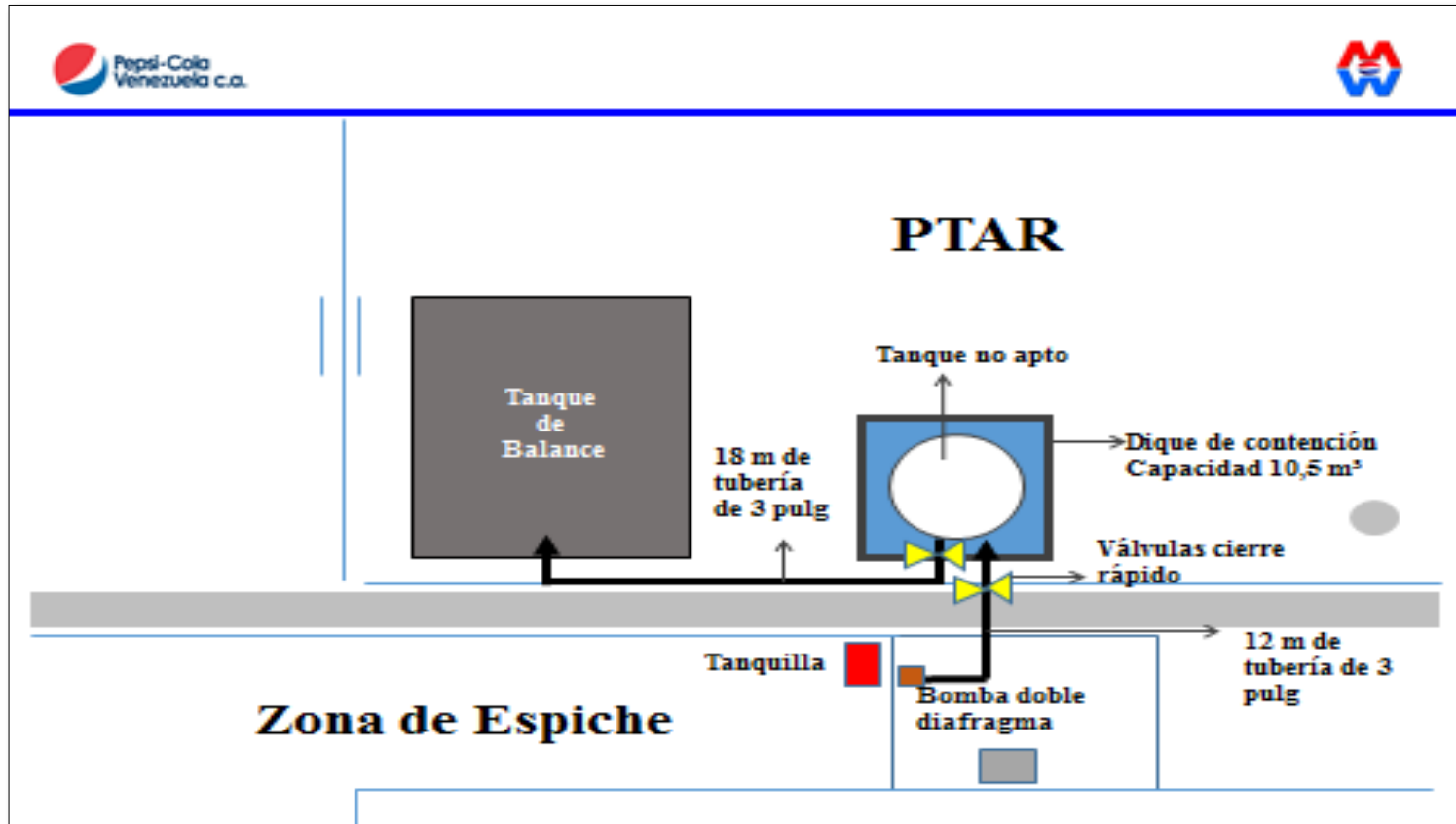
Una vez definida la ubicación del tanque no apto, se procederá a la construcción de la base. Luego de la realización de la placa se ejecutará la movilización del tanque por medio de un montacargas, desde su ubicación actual hasta la ubicación propuesta. Ver Plano 9.



Plano 9. Diseño de Base de concreto y Tanque no apto

Fuente: Autor (2018)

El Plano 9 muestra el diseño de la base de concreto y el tanque no apto, así mismo, se representa en el Plano 10 las tuberías y accesorios pertenecientes al sistema, de igual forma el dique de contención.



Plano 10. Diseño de Sistema Propuesto

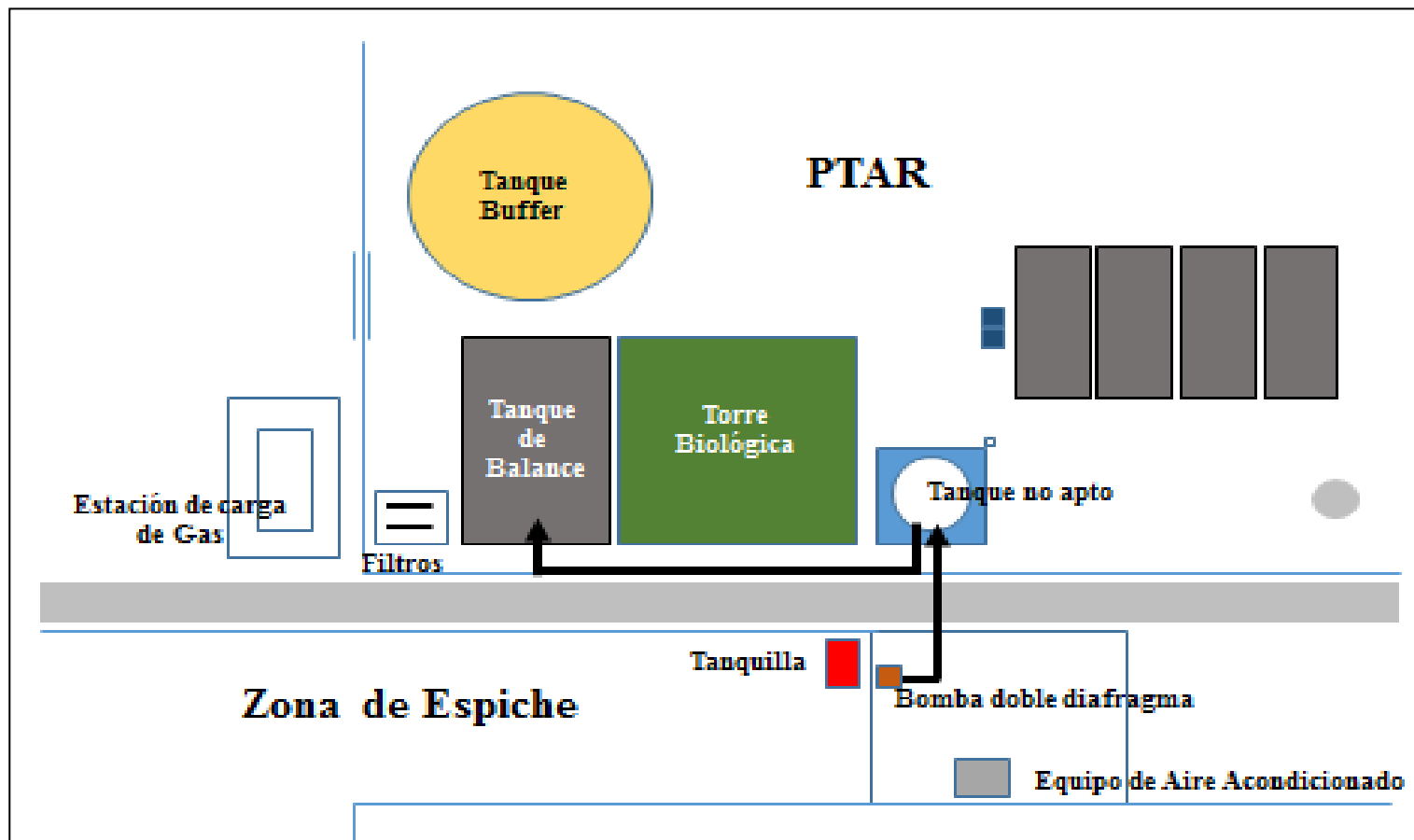
Fuente: Autor (2018)

Las flechas de color negro en el Plano 10, representan la tubería y accesorios pertinentes al sistema que se quiere implementar, se procederá a tomar las medidas para las conexiones de tubería, desde el Tanque no apto hasta la bomba doble diafragma ya que se requiere que cuando el producto no apto vertido llegue al nivel máximo de bombeo que son 2500 litros, dicho producto drene hacía el Tanque no apto, de igual manera se tomaron medidas desde el Tanque no apto hasta el tanque de balance con el fin de que el producto no apto sea enviado al tanque balance de forma controlada. Se amerita suministro e instalación de 30 mts de tubería en PVC de 75 mm aproximadamente con sus válvulas de cierre rápido de entrada y salida de Tanque, incluyendo accesorios como lo son 6 codos de 45°, 4 bridas y 1 base de fijación por cada metro. Las medidas obtenidas fueron:

- 12 mts de tubería que se requieren desde el Tanque no apto hasta la bomba doble diafragma.
- 18 mts de tubería que se requieren desde el Tanque no apto hasta el tanque de balance.

Contando con los materiales requeridos, ejecutar las debidas conexiones de tubería y accesorios, entre las cuales serán las válvulas de cierre rápido con el fin, de implementar la dosificación de forma manual, cuando lo amerite. (Ver Plano 10)

Una vez llevado a cabo la montura del sistema de recepción y almacenamiento de producto no apto para dosificar hacia el tanque balance de la PTAR. Se procede a la construcción del dique de contención, será una especie de tanque abierto cuadrado que reposará sobre la base del tanque no apto, debido a que no acumula un volumen tan grande se ameritan ladrillos de 20 cm de ancho el volumen del dique de contención tendrá una capacidad de al menos 1,2 veces la capacidad del tanque no apto, esto debido a las normas de seguridad de diques de contención. En pocas palabras el dique de contención debe contener un volumen de 10,5 m<sup>3</sup>. Ver Plano 11 del Sistema que se propone con el fin de eliminar malos olores, a continuación.



Plano 11. Diseño de un Sistema de Recepción y Almacenamiento de producto No Apto en la planta de tratamientos de aguas residuales de la empresa Pepsi-Cola Venezuela C.A. planta Valencia.

Fuente: Autor (2018)

El plan de inversión (modificación o cambio) se debe someter para la aprobación, así se realizará la planificación de la modificación o cambio. Se debe comunicar todos los cambios que se implementaran al personal encargado del área.

La descripción del cambio se basa en; la instalación de tanque de fibra de vidrio de 7.000 Litros de capacidad con tuberías y accesorios de producto No Apto proveniente del área de espiche con el objeto de dosificar el contenido del mismo de forma controlada al tanque balance PTAR para su tratamiento posterior.

La justificación del cambio se trata en; Controlar los parámetros de operación (pH y DQO) del tanque balance de PTAR con la finalidad de evitar malos olores minimizando impactos ambientales, afectación a terceros y costos asociados al control de parámetros operacionales de la PTAR.

El enfoque es disminuir impactos al ambiente y entorno social y mejorar operaciones de proceso. Ver Cuadro 7

Cuadro 7. Actividades pertenecientes a la propuesta

Actividad
Construcción de la Placa
Reubicación del tanque
Instalaciones de tuberías y accesorios
Construcción del dique de contención

Fuente: Autor



#### 4.3.3 Capacitación al personal involucrado

Se propone capacitar al personal, por motivo del cambio en el proceso del vertido del producto no apto hacia el tanque balance, para dar a conocer la funcionabilidad adecuada del sistema de recepción y almacenamiento del producto no apto propuesto, con el fin de lograr una mejora continua.

La capacitación al personal involucrado se basa en los conocimientos teóricos y prácticos que incrementan su capacidad, rendimiento y desempeño como personal en este caso en la PTAR. Se capacitará al personal por medio del Jefe de la PTAR con el

objeto, de dar a conocer el cambio que se propone. A continuación en el Cuadro 8 se presenta la Matriz de Gestión para la capacitación al personal involucrado:

Cuadro 8. Matriz de Gestión para la capacitación al personal involucrado

		<b>Matriz de Gestión</b> 		
<b>Facilitador</b>	<b>Tiempo de duración</b>	<b>Auditoria de capacitación</b>	<b>Contenido</b>	<b>Responsables</b>
El Jefe de la PTAR será el encargado de capacitar al personal involucrado	La capacitación al personal se realizará cada 15 días, el primer día de la semana (lunes) partir de las 8:00 am hasta las 9:30 am por un tiempo de 2 meses consecutivos.	La capacitación al personal se auditará cada 15 días a partir del 2do lunes desde las 8:00 am hasta las 9:30 am, una vez comenzado la capacitación por un tiempo de 2 meses consecutivos.	Procedimiento para el derrame de producto del área de espiche al tanque No Apto en PTAR	Jefe de la PTAR
			PREMISAS para la correcta ejecución del procedimiento	Supervisor de la Zona de Espiche

Fuente: Autor

#### **4.3.4 Procedimiento para el derrame de producto del área de espiche al tanque No Apto en PTAR**

El éxito de la actividad radica en la comunicación permanente entre el Supervisor de la zona de espiche y el personal de PTAR, por lo que se deben realizar ciertas premisas para obtener resultados positivos una vez puesto en marcha de dicho sistema, A continuación:

##### **Título**

DESCARGA DE PRODUCTO DEL ÁREA DE ESPICHE A TANQUE NO APTO PTAR.

**Objetivo.**

Orientar las actividades a seguir para la descarga del producto generado en el área de espiche al tanque no apto en PTAR, garantizando el debido tratamiento del vertido sin que este cause descontrol en el proceso final de la PTAR y que pueda generar un aspecto ambiental de consideración al entorno social de planta.

El enfoque es disminuir impactos al ambiente y entorno social y mejorar operaciones de proceso

**Alcance.**

El tanque Balance de la PTAR no puede recibir más de 3.500 mg/l DQO/Día (como materia orgánica) para su tratamiento, una carga mayor generaría descontrol de pH (que por característica propia del proceso es con tendencia bajo) pudiera generar descomposición aeróbica de la materia orgánica y se estaría generando malos olores por efecto de la misma. La zona de Espiche no cuenta con un contador o medio de control para el vertido de este, razón por la cual se envía a un tanque de recepción y se dosifica al tanque Balance de forma gradual y cuantificada, de esta manera se mantiene la capacidad operativa del proceso sin generar condiciones ambientales que comprometan la operatividad de la planta.

**Premisas.**

Esta actividad debe realizarse según las siguientes premisas:

- Todo derrame generado en la Zona de de Espiche, debe ser dirigido al Tanque no apto de la PTAR para ser sometidos a su correspondiente tratamiento.
- El Técnico Especialista de Aguas (Jefe de la PTAR) en comunicación con el supervisor de la zona de espiche verifica capacidad de vacío del Tanque no apto antes de enviar producto al mismo y autoriza o no el procedimiento.
- El Técnico Especialista de Aguas certifica el No Apto y se realiza la dosificación correspondiente al tanque Balance tomando en consideración los valores de pH y DQO del tanque Balance o **antes de hacer el derrame**, esto con la finalidad de que no se alteren los parámetros de operación del equipo.

- En horarios o situaciones donde no se encuentre el Técnico Especialista de Aguas se procederá de la siguiente forma: El supervisor de espiche debe trasladarse al área de Calderas y validar en conjunto con el técnico de guardia el status del nivel de vacío, comenzar con el trasiego del producto y velar que no haya derrame o sobrellenado. Informar al Técnico Especialista de Aguas sobre el procedimiento lo más pronto posible.
- En los casos donde se exceda la cantidad de producto al nivel vacío del tanque, en situaciones de contingencia laboral (paro, protesta sindical, etc.) se debe contactar inmediatamente un manejador externo (cisterna o Vacuum) para disponer del producto.
- El derrame de producto a las áreas comunes, áreas verdes o canales lluviales es responsabilidad directa de la persona que autoriza el derrame sin tomar las previsiones antes mencionadas.
- El área donde se encuentra el Tanque debe estar correctamente delimitada e identificada.
- El Tanque debe contener un muro o piscina de contención de un volumen aproximado de 1,2 % más sobre la capacidad del tanque ( $7m^3$ ), debe contar con los siguientes servicios: agua filtrada para la limpieza del área, electricidad para iluminación, visor de nivel o bloqueo en caso de derrame mayor a la capacidad del mismo.

#### **4.4 Fase IV: Evaluar la relación costo-beneficio y retorno de inversión de la propuesta**

En esta fase se muestra un análisis de costos de lo invertido para la aplicación del diseño del sistema a proponer para el proceso del producto no apto desde que es vertido en la tanquilla de espiche hasta su drenaje en el tanque balance de la PTAR de Pepsi-Cola C.A., para comprobar si el proyecto propuesto es factible, de igual forma determinar un estimado de la recuperación de lo invertido.

A continuación en los siguientes cuadros se presentan los costos asociados a la propuesta de solución:

De este modo, se muestran, en el cuadro 9 los costos asociados a la construcción de base de concreto y movilización del tanque.

Cuadro 9. Construcción de base de concreto y movilización del tanque

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Bs.	Total Bs.
Estructura de refuerzo metálico, con cabilla de 3/8 doble.	Kg	148	230.000	34.040.000
Construcción de concreto (incluye en encofrado).	M³	1,30	20.298.867,00	26.388.527,1
Movilización del tanque y colocar sobre la base.	N/A	1	2.000.000	2.000.000
Acarreo y bote de escombros.	N/A	1	5.000.000	5.000.000
Empresa: D. B. PROYECTOS, C.A.			<b>Sub-Total Bs.</b>	67.428.527,1

Fuente: D. B. PROYECTOS, C.A.

Así mismo, se presentan los costos de la instalación de tubería y accesorios en el Cuadro 10, costos obtenidos de la empresa Inversiones DELTA 3 C.A.

Cuadro 10. Instalación de tuberías y accesorios.

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Bs.	Total Bs.
Tubería 75mm	3 pulgadas	30 metros	1.500.000	15.000.000
Codos 45 ° de 75 mm	3 pulgadas	6 codos	850.000	5.100.000
Bridas 75mm	3 pulgadas	4 bridas	2.500.000	10.000.000
Bases de fijación	N/A	30	600.000	18.000.000
Instalación de sistema de conexión y accesorios	N/A	N/A	80.000.000	80.000.000
Mano de obra	N/A	N/A	50.000.000	50.000.000
<b>Empresa: Inversiones DELTA 3 C.A.</b>			<b>Sub-Total Bs.</b>	178.100.000

Fuente: Inversiones DELTA 3 C.A.

En este mismo sentido en el Cuadro 11 se presentan los costos pertenecientes a la construcción del dique de contención. Costos obtenidos de la empresa D. B. PROYECTOS, C.A.

Cuadro 11. Construcción del dique de contención.

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Bs.	Total Bs.
Construcción dique de contención y mano de obra.	m <sup>3</sup>	1,3	30.000.000	30.000.000
Acarreo y bote de escombros.	N/A	1,00	5.000.000	5.000.000
Empresa: D. B. PROYECTOS, C.A.			Sub-Total Bs.	35.000.000

Fuente: D. B. PROYECTOS, C.A.

Ahora bien, se presentará el Cuadro 12 total de la inversión para la implementación del Sistema de Recepción y Almacenamiento de producto No Apto en la PTAR.

Cuadro 12. Costo total de la inversión.

Ítems	Descripción	Total Bs.
1	Construcción de base de concreto y movilización del tanque.	67.428.527,1
2	Instalación de tuberías y accesorios.	178.100.000
3	Construcción del dique de contención.	35.000.000
	<b>TOTAL Bs.</b>	<b>280.528.527,1</b>

Fuente: Autor

#### 4.4.1 Análisis Costo – Beneficio y Retorno de la Inversión

El Análisis Costo Beneficio es el proceso de colocar cifras en unidades monetarias a los diferentes costos y beneficios o ahorros esperados de una actividad o

propuesta. Con su determinación se puede estimar el impacto financiero acumulado de lo que se espera lograr.

Según el departamento de Finanzas de la empresa Pepsi-Cola planta Valencia C.A el proceso de producto no apto vertido por la tanquilla de espiche drenado al tanque balance para su posterior análisis le agrega un valor a la empresa en una cantidad de 290.000.000 Bs. Mensualmente, siendo en un año una cantidad de Bs. 3.480.000.000

De igual forma, el evitar sanciones a la empresa por generación de problemas ambientales como es el caso de los malos olores que afectan a instalaciones vecinas, una sanción puede ir desde una multa de 250.000 unidades tributarias inclusive el cierre de planta hasta que el problema sea resuelto, lo que pudiera afectar la producción de la misma. Actualmente la unidad tributaria tiene un valor de 500 Bs. Lo que significa beneficioso para la empresa la implementación del sistema propuesto en Bs. 12.500.000 mensualmente ya que se pudieran generar multas una vez al mes por un año. Lo que significa que en un año serian Bs. 150.000.000

$$B/C = \frac{\textit{Beneficios}}{\textit{Costos totales}}$$

$$B/C = \frac{290.000.000 + 12.500.000}{280.528.527,1} = \mathbf{1,08}$$

El resultado obtenido es mayor a la unidad por lo tanto es un proyecto factible y tiene un impacto positivo sobre la empresa.

El retorno de inversión es el tiempo que tarda la empresa en recuperar lo invertido en el proyecto y a través de los siguientes cálculos, será demostrado que en un tiempo prudencial, el dinero invertido en la propuesta se traduce en múltiples beneficios económicos. Para ello se aplica una ecuación muy sencilla, pero que aporte de manera clara los efectos de retorno de dinero invertido, la formula general se enuncia a continuación:

$$\text{Retorno de Inversion (R.I)} = \frac{\text{Costos de la Propuesta}}{\text{Ahorro o Beneficio anual}}$$

$$R.I = \frac{280.528.527,1 Bs}{290.000.000 \frac{Bs}{mes} + 12.500.000Bs/mes}$$

$$R.I = 0,08 \text{ años}$$

El resultado obtenido muestra que en 0,08 años retornaría la inversión, es decir, en 2,48 días se recuperará el dinero invertido para la aplicación de la propuesta de mejora.

## CONCLUSIÓN

Durante el desarrollo de este trabajo especial de grado, se logró mediante las distintas herramientas de ingeniería industrial desarrollar una propuesta de mejora para eliminar los malos olores por el drenaje sin control de producto no apto en el tanque balance de la PTAR vertido desde la zona de espiche en la empresa Pepsi-Cola Valencia C.A., de Venezuela, con la finalidad de mejorar la eficiencia en el proceso del drenaje de producto no apto en el tanque balance de la PTAR.

Durante la fase I se indentificó el descontrol en los parámetros operacionales pH y DQO. Esto se hizo mediante la recolección de información. De igual forma, por medio de la observacion directa y la entrevista no estructurada se encontró que el producto no apto enviado al tanque balance no se drena de forma controlada, impactando éste en dicho tanque ya que el producto no apto contiene acidez y alto contenido de azucar, generando así, malos olores.

Una vez identificada la problemática se continuó con la fase II, que es el analizar los factores que generan malos olores al drenar producto No Apto en el tanque balance de la PTAR desde la tanquilla espiche y se hizo aplicando técnicas básicas de Ingenieria Industrial, sencillas pero muy eficaces como: tormenta de ideas, técnica de grupo nominal, la técnica de los Cinco ¿Por qué? y el diagrama de Pareto. Estas heramientas nos sirvieron para identificar y priorizar las causas de la generación de malos olores en el drenaje del producto no apto en el tanque balance por el vertido en la tanquilla de espiche.

Ahora en la fase III se generó la propuesta para eliminar los malos olores al drenar producto no apto en el tanque balance de la PTAR por el vertido en la tanquilla de espiche. Partiendo desde la informacion recolectada y analizada, junto con sugerencias tanto de la gerencia de planta como del personal operativo, se hicieron una seria de recomendaciones. Esta propuesta tuvo como punto de partida primeramente la eficiencia en lo que respecta al proceso de producto no apto desde que es vertido en la zona de espiche hasta su proceso posterior para lograr obtener el proceso de mejoramiento continuo.

En la ultima fase se demuestra que esta propuesta de mejora si dará el resultado esperado y si se considera un proyecto factible. El analisis costo beneficio es primordial en todo trabajo de investigación, ya que se debe justificar el gasto de los recursos usados en dicha investigacion de igual forma se calculo el retorno de la inversión con el fin de observar en cuanto tiempo se recuperará el dinero invertido.

## **RECOMENDACIONES**

En concordancia con el trabajo realizado y considerando los resultados encontrados se presentan las siguientes recomendaciones:

- Evaluar los beneficios económicos de ésta propuesta una vez puesta en marcha, ya que existen elementos relevantes que pueden ser anexados y permitirán la actualización del mismo en beneficio de los resultados que proporcionan.
- Realizar inspecciones como medida de supervisión en parámetros operacionales para conocer si se está llevando a cabo de forma adecuada la propuesta.
- Agregar al Tanque no apto un visor, en donde facilite el volumen de salida hacia el tanque balance de la PTAR.
- Capacitar al personal que labora en la PTAR acerca del cambio organizacional e incentivarlo a cumplir con las premisas antes descritas en la fase III.
- Por último, es recomendable aplicar el proceso de mejora continua en las operaciones, procedimientos y en todas aquellas áreas que lo requieran, con el objetivo de optimizar los procesos y aumentar su eficiencia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. (2006). El Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología Científica. 5ª Edición, Editorial Episteme, C.A. Caracas, Venezuela.
- Balestrini, M. (2006). Como se elabora el proyecto de investigación: (para los Estudios Formulativos o Exploratorios, Descriptivos, Diagnósticos, Evaluativos, Formulación de Hipótesis Causales, Experimentales y los Proyectos Factibles). 7ª Edición Editorial Panapo, Caracas, Venezuela
- Camacho, J y Ríos, L (2017), **“Plan de estrategias para disminuir las paradas no planificadas de las máquinas Mulfi 1 Y Mulfi 2 en la planta de Filtros de Cigarrera Bigott Sucs, de Venezuela.”** Trabajo de Grado. Universidad José Antonio Páez
- Carpintier, R (2013). La teoría de los 5 porqués. Baquia. [En línea]. <https://www.baquia.com/emprendedores/2013-09-10-coaching-5-porques-5-whys-eficiencia-startup-modelo-negocio-la-teoria-de-los-5-porques> [2017, octubre 2016]
- Carvajal, D. (2014). TECNICA "5 PORQUES" & 5W2H. (Disponible en <https://prezi.com/up9jkopjo41u/tecnica-5-porques-5w2h/>. Consultado 19 de diciembre de 2016)
- Copyri (2010). Impacto Ambiental. (Disponible en [www.grn.cl/impacto-ambiental.html](http://www.grn.cl/impacto-ambiental.html) consultado el 20 de febrero de 2018)
- Gómez, A. (2001). Proceso de Selección. Editorial Mc. Graw-Hill Interamericana. Distrito Federal. México.
- Gupta, K y Sleezer, C (2007). guía práctica para la evaluación de necesidades, Pfeiffer. [En Línea]. <http://managing-ils->

[reporting.itcilo.org/es/herramientas/analisis-de-causa-raiz-el-diagrama-de-espina-de-pescado](http://reporting.itcilo.org/es/herramientas/analisis-de-causa-raiz-el-diagrama-de-espina-de-pescado) [2017, octubre 10]

Hernández A, y López, K. (2016). **“Plan de mejoras a fin de reducir producto no conforme en la planta de filtros de Cigarrera Bigott Sucs, de Venezuela”**, Trabajo de grado, Universidad José Antonio Páez, Edo. Carabobo-Venezuela. 115 Pag.

Morillo, R. (2017), **“Diseño de un sistema de envasado y dosificación de productos desinfectantes veterinarios”**. Trabajo de Grado. Universidad autónoma de occidente en Santiago de Cali.

Ortiz, D y Zambrano, C. (2017), **“Diseño de un sistema de dosificación volumétrica para jabón en polvo”**. Trabajo de Grado. Fundación Universidad de América. Bogotá.

Rodier, J. (1995). Análisis de Aguas: aguas naturales, aguas residuales, agua de mar.

Rojas, R y Jairo, A. (1994). Lagunas de estabilización de aguas residuales.

Sabino, C (1994). Como Hacer una Tesis. Editorial Panapo. Caracas Venezuela.

Sales, M. (2014). Diagrama de pareto. gestiópolis. [En línea]<https://www.gestiopolis.com/diagrama-de-pareto/>. [2017, octubre 15]

Sánchez, I (2017) Desarrolló como Trabajo de Grado en la Universidad José Antonio Páez, **“Propuesta de mejoras para el proceso de elaboración del concentrado de naranja de la empresa Procesadora y Empacadora de Frutas Nirgua C.A.”**.

UPEL. (2006). Manual de Trabajos de Grado, de Especialización y Maestría y Tesis  
Doctorales. Caracas. Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica  
Experimental Libertador.

## ANEXOS

### ANEXO A: Producto retenido por bajo llenado



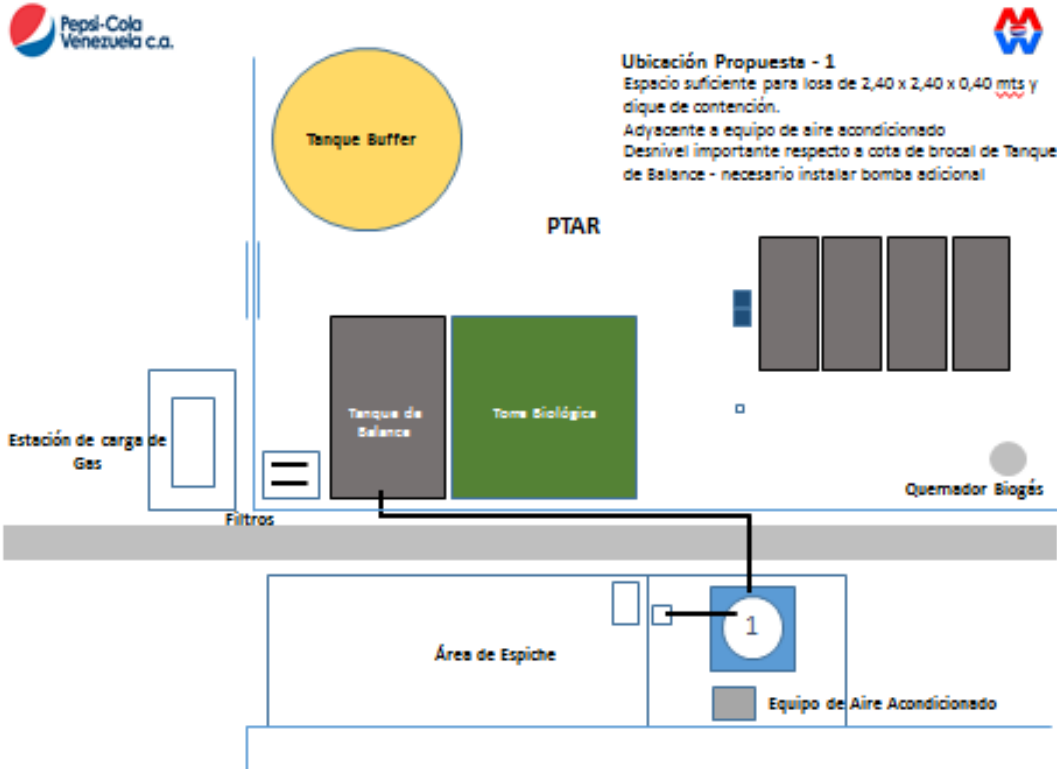
**ANEXO B: Tambores llenos de producto No Apto**



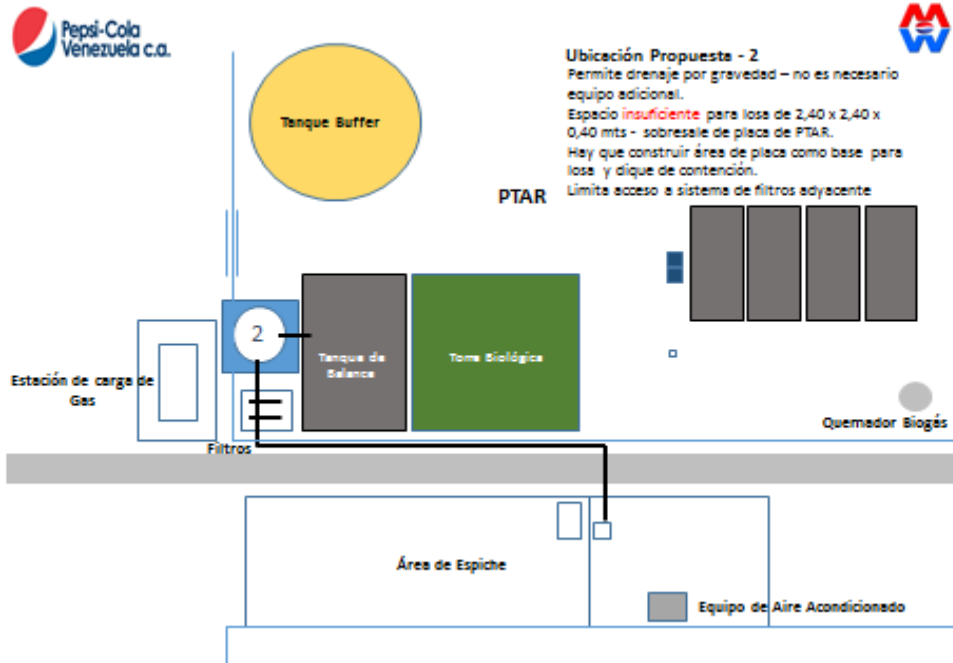
**ANEXO C: Zona de Espiche**



# ANEXO D: Ubicación Propuesta-1



## ANEXO E: Ubicación Propuesta-2



## ANEXO F: Ubicación Propuesta-3

