



Universidad del Azuay

Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Ingeniería de la Producción y Operaciones

**GESTIÓN POR PROCESOS DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE “SUSTAG”, DE ETAPA**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Ingeniero de
Producción y Operaciones**

Autor:

Julio César Mosquera Gutierrez

Ingeniero:

José Iván Rodrigo Coronel

Cuenca, Ecuador

2012

DEDICATORIA

- Al finalizar mi etapa universitaria, quiero dedicar este trabajo a mis padres, quienes cada día de mi vida me supieron apoyar con cariño y sabiduría, convirtiéndome en un hombre decidido a obtener sus sueños.
- A mis hermanos, y abuelita, quienes estuvieron siempre pendientes de mí, y nunca dejaron que me desvíe de la finalización de este trabajo.
- A mi enamorada, quien estuvo desde el inicio de este trabajo apoyándome con su alegría.
- A mis profesores, quienes a parte de compartir sus conocimientos dentro de las aulas, se llegaron a convertir en amigos fuera de ellas.
- A mis amigos, quienes fueron mi compañía incondicional durante mi vida universitaria.

“No busques problemas, encuentra SOLUCIONES”

Anónimo

AGRADECIMIENTO

- Quiero iniciar agradeciendo a Dios, por ser mi escolta de la vida.
- Agradezco a mis padres y hermanos, por brindarme su amor y apoyo cada día de mi vida. Gracias por estar a mi lado durante la conclusión de esta etapa de mi vida.
- A mis amigos, y enamorada, por siempre estar conmigo en los buenos y malos momentos, compartiendo miles de experiencias que jamás se podrán olvidar.
- Quiero agradecer a la empresa ETAPA, por abrirme las puertas de su planta de tratamiento de agua potable “SUSTAG” y brindarme todo el apoyo durante la elaboración de este trabajo.
- Al Ingeniero Iván Coronel, director del presente trabajo, gracias por todo el apoyo y los consejos, por ser un amigo y guiarme en la consecución de esta meta.
- A la Ingeniera Ana María Burbano y al Ingeniero Josué Larriva, miembros del tribunal, por formar parte de la conclusión de mi vida universitaria.
- A todos los profesores, quienes me brindaron su apoyo, compartieron conocimientos, y me ayudaron a crecer como persona.

GESTIÓN POR PROCESOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE "SUSTAG", DE ETAPA

RESUMEN

A partir de un diagnóstico de la situación actual de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Sustag, perteneciente a ETAPA, se propuso una Gestión por Procesos misma que consiste en el análisis de todos los procesos con el fin de determinar: actividades, indicadores, responsables, objetivos, recursos humanos y materiales, límites, documentos, etc., y generar una propuesta de mejora, con la cual la Planta podrá conocer más a fondo y controlar cada uno de sus procesos de mejor manera, optimizando sus recursos humanos, materiales y financieros, en beneficio de la prestación del servicio de agua potable a toda la ciudadanía.

PALABRAS CLAVES

- Gestión
- Procesos
- Análisis
- Actividades
- Indicadores
- Mejora

Ing. Pedro Crespo

Ing. Iván Coronel

Ing. Edmundo Cárdenas

Sr. Julio Mosquera



**MANAGEMENT BY PROCESSES OF “SUSTAG” DRINKING WATER
TREATMENT PLANT, ETAPA**

ABSTRACT

Beginning with the diagnosis of the current situation of the “Sustag” Drinking Water Treatment Plant managed by ETAPA, a Management Process was proposed, which consists of an analysis of all of the company’s processes in order to determine: activities, indicators, responsibilities, goals, resources human and material, limits, documents, etc, and create a development plan that will allow the Plant to understand better and control each one of the processes, optimizing its human, material, and financial resources, which will benefit the inhabitants by providing drinking water.

KEY WORDS

- Management
- Processes
- Analysis
- Activities
- Indicators
- Improvement



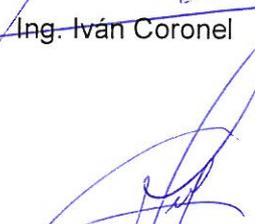
Ing. Pedro Crespo



Ing. Iván Coronel



Ing. Edmundo Cárdenas



Sr. Julio Mosquera

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
INDICE DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y PROCESOS ACTUALES

1.1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.2. RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA.....	3
1.3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS ACTUALES.....	6
POTABILIZACIÓN DEL AGUA.....	7
CAPTACIÓN.....	7
PRETRATAMIENTO.....	8
Cribado.....	8
Desarenado.....	8
Medición de Caudal.....	8
TRATAMIENTO.....	9
Coagulación.....	9
Floculación.....	10
Sedimentación.....	11
Filtración.....	11
Desinfección.....	12
ALMACENAMIENTO.....	13
1.4. CONCLUSIONES.....	14

CAPÍTULO 2: DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA PLANTA DE SUSTAG

2.1. INTRODUCCIÓN.....	16
2.2. DEFINICIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES QUE CONFORMAN LOS PROCESOS.....	17

Captación.....	17
Pretratamiento.....	17
Cribado.....	18
Desarenado.....	18
Medición de Caudal.....	18
Tratamiento.....	19
Coagulación.....	19
Floculación.....	19
Sedimentación.....	20
Filtración.....	20
Desinfección.....	21
Almacenamiento.....	21
2.3. IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES DE MEDICIÓN PARA CADA UNA DE LAS ACTIVIDADES DE LOS PROCESOS.....	22
2.4. CONCLUSIONES.....	23

CAPÍTULO 3: GESTIÓN POR PROCESOS Y PROPUESTA DE MEJORA

3.1. INTRODUCCIÓN.....	24
3.2. REALIZACIÓN DE LA GESTIÓN POR PROCESOS DE LA PLANTA “Sustag”.....	24
Qué es Gestión por Procesos?.....	24
Mapa de procesos.....	25
DIAGRAMACIÓN DE PROCESOS.....	26
CAPTACIÓN.....	26
PRETRATAMIENTO.....	27
TRATAMIENTO.....	28
ALMACENAMIENTO.....	30
DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS.....	31
DETERMINACIÓN DE VALOR AGREGADO.....	40
3.3. PROPUESTA DE MEJORA PARA EL MANEJO DE LOS PROCESOS, EN LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA.....	45
3.4. CONCLUSIONES.....	52
CONCLUSIONES GENERALES.....	53
RECOMENDACIONES.....	54
BIBLIOGRAFÍA.....	56
ANEXOS.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura. 1. Vista aérea de la Planta	5
Figura. 2. Flujo grama de los Procesos.	6
Figura. 3. Ingreso a las Instalaciones de Tratamiento.	9
Figura. 4. Medidor de Caudal	9
Figura. 5. Cámara de Mezcla Rápida	10
Figura. 6. Floculadores Mecánicos.....	10
Figura. 7. Floculadores Hidráulicos	10
Figura. 8. Sedimentador.....	11
Figura. 9. Filtro	12
Figura. 10. Edificio de Cloro	12
Figura. 11. Cámara de Contacto	12
Figura. 12. Tanque de Almacenamiento.....	13
Figura. 13. <i>Vista de las instalaciones de Tratamiento</i>	15
Figura. 14. Mapa de Procesos	25
Figura. 15. Diagrama de flujo de la Captación.....	26
Figura. 16. Diagrama de flujo del Pretratamiento27
Figura. 17. Diagrama de flujo del Tratamiento.....	28 y 29
Figura. 18. Diagrama de flujo del Almacenamiento30
Figura. 19. Diagrama de Valor Agregado.40
Figura. 20. Diagrama de Flujo de Procesos y Subprocesos.....	.46

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	Página
TABLA. 1. <i>Indicadores de Procesos</i>	23
TABLA .2. Descripción de la Captación.....	31
TABLA .3. Descripción del Pretratamiento	32
TABLA .4. Descripción del Cribado	33
TABLA .5. Descripción del Desarenado	33
TABLA .6. Descripción de la Medición de Caudal	34
TABLA .7. Descripción del Tratamiento.....	35
TABLA .8. Descripción de la Coagulación.....	36
TABLA .9. Descripción de la Floculación.....	36
TABLA .10. Descripción de la Sedimentación	37
TABLA .11. Descripción de la Filtración	37
TABLA .12. Descripción de la Desinfección	38
TABLA .13. Descripción del Almacenamiento.	39
TABLA .14. Valor Agregado Trabajadores	41 y 42
TABLA .15. Valor Agregado Ciudadanía	43 y 44
TABLA .16. Indicadores Propuestos.....	47
TABLA .17. Problema del Desfogue de sólidos al río.	48
TABLA .18. Problema de Evacuar partículas al río.....	48
TABLA .19. Problema de Ver que existan los recursos necesarios	49
TABLA .20. Problema de Ver que el tanque de cloro tenga cloro.....	49
TABLA .21. Problema de Verificar equipos de mesa	50
TABLA .22. Problema de Calibrar equipos de laboratorio	50
TABLA .23. Problema de Coordinar mantenimiento	51

Mosquera Gutierrez Julio César

Trabajo de Graduación

José Iván Rodrigo Coronel

Junio del 2012

GESTIÓN POR PROCESOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE “SUSTAG”, DE ETAPA

INTRODUCCIÓN

Las empresas en todo el mundo buscan, cada día, la manera de mejorar sus productos y/o servicios, por lo cual necesitan herramientas que les ayuden a lograr este objetivo.

Este es el caso de la empresa ETAPA, una empresa pública municipal que entre sus obligaciones está la de suministrar agua potable a la Ciudad de Cuenca-Ecuador. a una población creciente, para lo que debe desarrollar métodos que le permitan abastecer de agua potable a toda la ciudadanía, sin descuidar el tratamiento que se le dá al agua, y garantizar la calidad del agua.

Es por esta razón que ETAPA busca mejorar sus procesos de potabilización, para poder satisfacer sus niveles de demanda y mantener la calidad de agua en todo momento. Para esto cuenta con tres plantas de potabilización siendo la planta “SUSTAG” el centro de investigación para los propósitos de este trabajo de grado, en la cual mediante una Gestión por Procesos se analizarán y determinarán las mejores formas de mejorar los diferentes procesos que intervienen en la potabilización del agua, mismos que podrán ser implementados en las otras dos plantas ya que los procesos que se usan son los mismos en las tres.

Al finalizar el trabajo de grado se plantearán recomendaciones basadas en los resultados de los análisis realizados, dichas recomendaciones permitirán a ETAPA tomar decisiones sobre sus procesos

CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y PROCESOS ACTUALES

1.1 INTRODUCCIÓN

La Empresa Pública Municipal de Teléfonos, Agua Potable, Alcantarillado de Cuenca, ETAPA, es la Empresa pública más grande dentro del cantón Cuenca, cuyo objetivo es brindar servicios básicos de calidad a nuestra comunidad.

En este contexto, tiene centrada su atención en el mejoramiento continuo, el establecimiento de procesos que ayuden a conseguir mejoras en la calidad y la ampliación de la cobertura de sus servicios a costos razonables, para mantenerse competitivas en las áreas en donde tiene servicios como es la telefonía, y en las otras donde mantiene el monopolio como en el agua potable y el alcantarillado, para alcanzar estándares de calidad internacional.

El presente análisis se centrará en el servicio de agua potable, y todo su proceso de potabilización, en donde se determine el proceso actual sobre el cual se hará una propuesta de mejoramiento para conseguir una optimización en el uso de recursos y una mejora sustancial, en la calidad del servicio y producto brindado a la comunidad.

1.2 RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA.

En octubre de 1945, ante la necesidad de mejorar la comunicación en la ciudad, el Concejo Municipal firmó con la Compañía L.M. Ericcson, la instalación de una planta automática con capacidad para 1.000 líneas telefónicas. A partir de 1946 se iniciaron los trabajos de instalación bajo la dirección de técnicos de la Compañía Ericcson, lo que motivó a que el Concejo Municipal creara una oficina encargada de

la gestión de la telefonía en la ciudad la misma que dependía de la Secretaría Municipal

En febrero de 1948, se aprobó la Ordenanza creando la Empresa Municipal de Electricidad, Agua Potable y Teléfonos –EMLAT-, que asumió la responsabilidad de los servicios de energía eléctrica, agua potable y teléfonos.

En 1964 dieciséis años después, la Municipalidad deroga esta Ordenanza, y como consecuencia, la administración de estos servicios públicos pasa al Municipio de Cuenca, bajo la dependencia de la Dirección Financiera.

La ciudad empezó a experimentar un importante crecimiento físico y poblacional, contaba con 80.000 habitantes y ocupaba una superficie aproximada de 1.000 hectáreas lo que exigía la dotación de nuevas obras de agua potable y alcantarillado, de igual forma, era necesario satisfacer el incremento de la demanda del servicio de telefonía.

La I. Municipalidad de Cuenca amparada en el Art. 194 de la Ley de Régimen Municipal, el mismo que le facultaba la creación de empresas que brinden el servicios públicos, hizo posible que en Enero de 1968 el Concejo Cantonal presidido por el Dr. Ricardo Muñoz Chávez, Alcalde de la Ciudad, aprobara la Ordenanza de Creación de ETAPA con autonomía administrativa y financiera, y con personería jurídica para brindar servicios públicos de telefonía, agua potable, y alcantarillado.

En este contexto y ante la necesidad de mejorar el servicio de agua potable, y satisfacer la creciente demanda de los diferentes sectores de la ciudad incluidos las áreas de expansión urbana se crea la Planta de agua Potable de SUSTAG. Información que fuera obtenida de la página web de Etapa (http://www.etapa.net.ec/Empresa/emp_quisom_his.aspx).

Planta de Agua Potable de SUSTAG: esta planta de tratamiento de agua potable fue inaugurada el 10 de julio del 2009, y forma parte del Sistema de Agua Potable de Yanuncay, proyecto estipulado dentro de la II fase de los Planes Maestros de ETAPA. La planta se encuentra ubicada a un costado de la carretera San Joaquín-Soldados a una distancia aproximada de 15 km de la ciudad de Cuenca.

La planta fue creada con el fin de abastecer de agua potable a sectores como: Huizhil, Baños, San Joaquín, Barabón, Narancay, San Miguel de Putuzhi, entre otros.

“Sustag” cuenta con una capacidad inicial de 460 lt/s, con una proyección de incremento de su capacidad a 690 lt/s en una segunda etapa, mediante la implementación de unidades adicionales. El agua que se trata en la planta proviene del río Yanuncay, que presenta una baja turbiedad, baja alcalinidad y un alto color. La variabilidad del agua permite escoger entre diversas líneas de tratamiento.

La planta contiene las siguientes etapas: captación, cribado, desarenado, medición de caudal, coagulación, floculación, sedimentación, filtración, desinfección, almacenamiento, distribución, las mismas que describiremos más

Además la planta ha implementado un proceso en el cual se tratan los lodos que se obtienen en el proceso de Floculación y Sedimentación con lo que garantiza el cuidado del medio ambiente.



Figura. 1. Vista aérea de la Planta

Fuente: ETAPA (planta Sustag)

1.3 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS ACTUALES

A continuación se muestra un diagrama que indica cada una de las etapas que se siguen para potabilizar el agua.

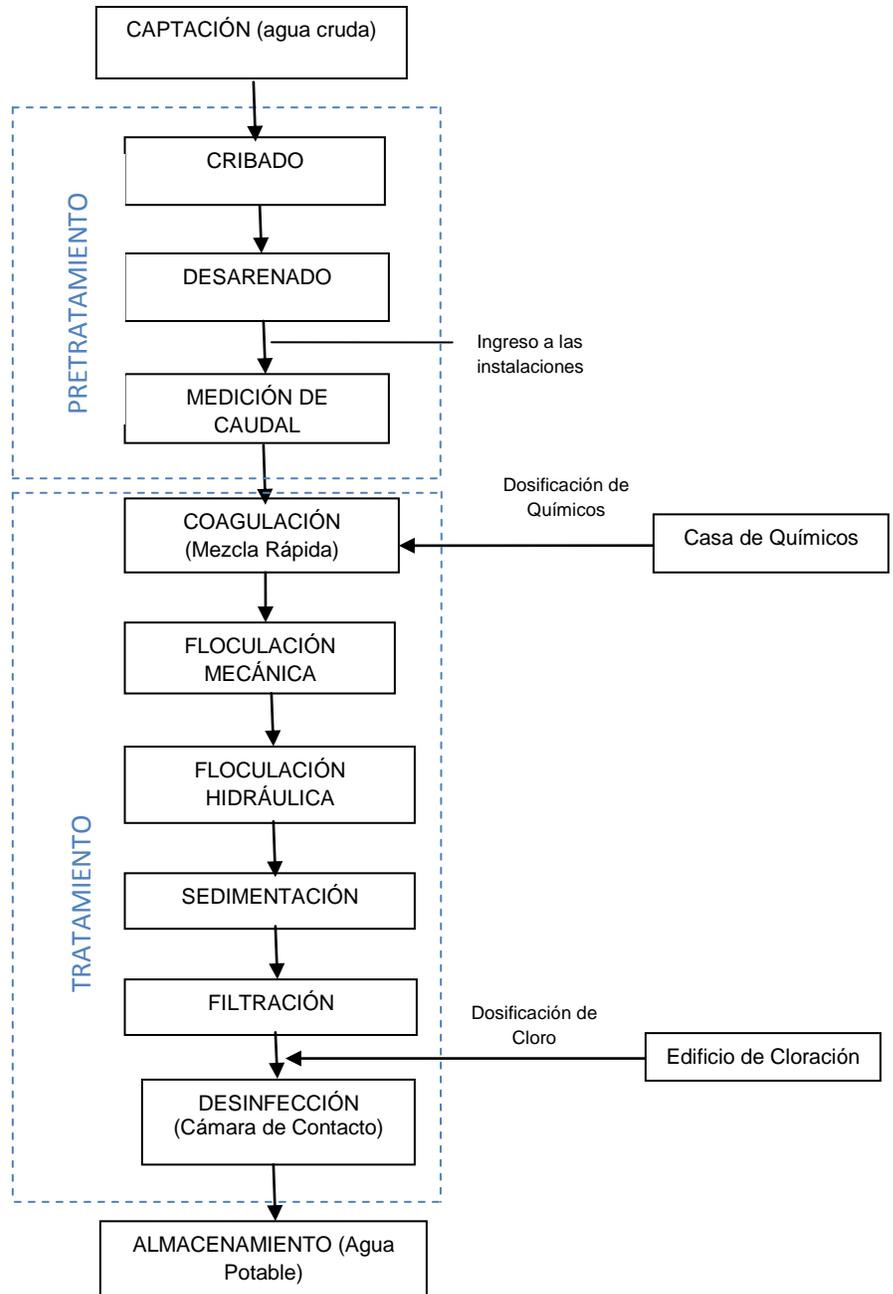


Figura. 2. Flujo grama de los Procesos

POTABILIZACIÓN DEL AGUA

El tema sujeto a investigación está relacionado con la potabilización del agua, es por eso que los procesos que se describen a continuación son específicos para la producción del líquido vital.

El tratamiento del agua para hacerla potable es la parte más delicada del sistema. El tipo de tratamiento es muy variado en función de la capacidad del agua cruda¹

La planta de tratamiento de agua potable de "SUSTAG", consta de procesos para potabilizar el agua, mismos que fueron establecidos a partir del recorrido y observación de la Planta, así como de la revisión de los formatos establecidos en la misma y estos son:

CAPTACIÓN

La captación es el proceso mediante el cual se recolecta agua cruda del río Yanuncay, que es trasladada a la planta mediante tubería por gravedad, para ser potabilizada. El proceso de captación no se lo realiza dentro de las instalaciones de tratamiento del agua de "Sustag", es llevado a cabo a una distancia de 1km aproximadamente río arriba de la planta, para lo cual se construyó un azud² transversal al río, el mismo que permite realizar una captación lateral, el agua es transportada mediante tuberías hacia el desarenador y posteriormente a las instalaciones de tratamiento.

¹ Agua cruda: es el agua que se encuentra en la naturaleza y que no ha recibido ningún tratamiento para modificar sus características: físicas, químicas o microbiológicas.

² Azud: Presa hecha en los ríos a fin de tomar agua para regar y para otros usos

PRETRATAMIENTO

Cribado

El cribado más conocido por los trabajadores de la planta como “derripador”, consiste en evitar el paso de materiales sólidos de gran tamaño que se encuentren en el agua al momento de su captación, para esto se utiliza una rejilla de forma circular que posee un diámetro $D=700\text{mm}$, en la cual todos los elementos de gran tamaño (animales, rocas, ramas, etc.) son retenidos para evitar su ingreso al proceso de desarenado.

Cabe recalcar que para que la rejilla no se taponee por los elementos retenidos, cada cierto tiempo y cuando sea necesario, una compuerta se cierra evitando el ingreso de más agua a la siguiente etapa y regresando los elementos retenidos al río.

Desarenado

El desarenado retiene las partículas que hayan pasado en el agua luego del cribado (con un tamaño mayor a $0,18\text{mm}$). Para este proceso se cuenta con una rejilla de diámetro $D=600\text{mm}$ por la cual pasa el agua, llegando a una especie de piscina en la cual las partículas por efecto de la gravedad se hunden hasta llegar a la base del desarenador, estas partículas al igual que en el cribado son devueltas al río al momento de limpiar el desarenador.

Medición de Caudal

El caudal que ingresa a la planta de tratamiento no siempre es el mismo, todo depende de la cantidad de agua potable que se necesite producir (la planta tiene una capacidad máxima para tratar de 460lt/s), para esto se cuenta con medidores automáticos y compuertas que permiten regular el caudal que ingresa a la planta de tratamiento.



Figura. 3. Ingreso a las Instalaciones de Tratamiento



Figura. 4. Medidor de Caudal

TRATAMIENTO

Coagulación

Conocida por los operarios de la planta como “Mezcla Rápida”, es el proceso de dosificar reactivos al agua cruda, dependiendo las condiciones del agua (turbiedad, color, ph). Los coagulantes que se colocan son:

- Lechada de cal (al 1%)
- Solución de sulfato de aluminio (al 20%)
- Solución de poli electrolito (al 0.3%)

En este proceso se cuenta con dos vertederos rectangulares, que ayudan a la pérdida de energía del agua que se distribuirán a los distintos caudales de operación de la planta, de tal manera que la mezcla de químicos que se dosifica en el agua se realice de manera homogénea (la mezcla se realiza en un mezclador de tipo salto hidráulico que consta de cuatro cámaras).

Con la colocación de estos coagulantes se desestabilizan partículas que aún siguen en el agua (estas partículas son llamadas por los trabajadores de la planta como “flocs”), para posteriormente ser eliminadas en los procesos siguientes.



Figura. 5. Cámara de Mezcla Rápida

Floculación

Luego del proceso de coagulación, el agua pasa a través de una arqueta de reparto conocida como compuerta, a cuatro líneas de floculación, con capacidad de 124.65m^3 divididas por un tabique central en el cual las partículas desestabilizadas “flocs” en el proceso anterior ganan mayor peso y tamaño.

Existen dos tipos de floculadores, al inicio del proceso de floculación encontramos los **Floculadores Mecánicos**, que son agitadores tipo turbina de eje vertical, los mismos que cuentan con motores que pueden ser calibrados, para la disposición correcta de la velocidad de giro dependiendo de las necesidades. Luego de los floculadores mecánicos, el agua pasa por medio de dos ventanas colocadas en los extremos de la pared que los separa de los **Floculadores Hidráulico**, que tienen un volumen útil de 24m^3 y son llamados floculadores de flujo vertical, mismo que ayuda a la estabilidad de los “flocs” originados en procesos anteriores.



Figura. 6. Floculadores Mecánicos



Figura. 7. Floculadores Hidráulicos

Sedimentación

También conocido como decantación, en este proceso mediante la separación de las fases sólida y líquida, el agua pierde su turbiedad volviéndose cristalina.

Para lograr esta separación de fases la Planta de Sustag cuenta con cuatro sedimentadores de flujo ascendente, que poseen 250 placas planas cada uno, con una separación de 60mm entre ellas y una inclinación de 60°. Las partículas aún existentes en el agua floculada al llegar a los sedimentadores golpean las placas siendo retenidas en las mismas, y posteriormente por gravedad, son llevadas al fondo del sedimentador.

El agua sedimentada es recolectada por medio de 50 tubos perforados ubicados en la parte superior del sedimentador, por los cuales el agua es trasladada a un caudal común de agua sedimentada, para su posterior traslado al proceso de filtración.

Hay que señalar que desde el proceso de coagulación hasta el de sedimentación se logra eliminar el 90% de impurezas del agua.

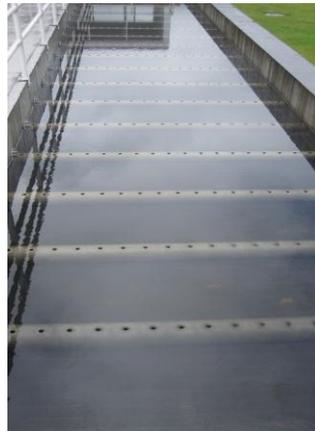


Figura. 8. Sedimentador

Filtración

En el proceso de filtración se elimina el 10% restante de partículas existentes que no se pudieron eliminar en los procesos anteriores, para esto la planta de “Sustag” cuenta con 6 unidades de filtrado, los filtros tienen una superficie de 36.6m² y

cuentan con un lecho filtrante únicamente de arena sílicea de 1.02m de espesor. Se realiza una limpieza constante de los filtros para eliminar las partículas retenidas, este proceso se da mediante la inyección de aire en los filtros.



Figura. 9. Filtro

Desinfección

Es la colocación de la solución de cloro producida en el edificio de cloración mediante un difusor al agua filtrada para eliminar toda impureza, eso se realiza en la intersección del canal de agua filtrada y la cámara de contacto de cloro.

La cámara de contacto de cloro sirve para que se produzca una homogenización correcta del cloro y el agua, para esto la cámara fue construida en forma de laberinto con tramos rectos y curvos, en los cuales el agua circula con una velocidad de 0.49m/s (tramos rectos) y 0.33m/s (tramos curvos) permaneciendo en la cámara un tiempo aproximado de 5min.



Figura. 10. Edificio de Cloro



Figura. 11: Cámara de Contacto

ALMACENAMIENTO

Como su nombre lo indica, en esta zona de la planta se almacena el agua potable que se ha producido en el día, la planta posee un tanque hexagonal con capacidad para almacenar hasta 5000m^3 de agua, dividido por un dique central formando dos tanques (cada uno almacena 2500m^3 de agua potable) dicha cantidad posteriormente será distribuida a diferentes tanques ubicados en algunas zonas de la ciudad, para su posterior traslado a los hogares cuencanos.

Es importante saber que desde el proceso de filtración el agua no tiene contacto con la luz, hasta el momento de salir en los hogares.

Algo que debemos anotar de la planta de Sustag, es su diseño el mismo que permite reutilizar agua tratada durante los procesos anteriores, dependiendo de las necesidades de producción; además es la única planta de tratamiento de agua en la ciudad que posee un proceso de tratamiento de fangos, contribuyendo de esta manera a la conservación de la naturaleza.



Figura. 12. Tanque de Almacenamiento

1.4 CONCLUSIONES

La planta de tratamiento de agua potable "Sustag" ha sido creada, con una visión de protección al medio ambiente, sin dejar de cumplir su propósito que es el de llevar agua potable a otros sectores de la ciudad de Cuenca. Los procesos que la planta usa en el tratamiento del agua son controlados constantemente, ya que posee tecnología nueva que permite determinar problemas de manera rápida, esto proporciona la seguridad de tener siempre una producción de agua potable de calidad

Hay que tener presente que la planta es la única que presenta una zona de tratamientos de fangos, lo que evita enviar agua que contenga lodo nuevamente a los ríos, de esta manera se pone en práctica una visión ambiental. También es importante el diseño que posee la Planta ya que puede reutilizar el agua de cualquiera de sus etapas en caso de que la producción así lo requiera.

De esta manera Sustag se convierte en una de las plantas más modernas con énfasis en el cuidado del ambiente, en el proceso de entrega de agua potable a la población cuencana.

Se ha podido determinar que el personal que trabaja en la Planta es competente, cada uno de los trabajadores de la misma conocen las actividades a realizar, siendo importante el mantener dicha competencia a través de la capacitación permanente.

La Empresa ETAPA EP está comprometida con la comunidad cuencana, en la provisión de servicios de calidad para lo cual cada vez que construye nuevas plantas de potabilización, considera la mejora continua.

La Planta de SUSTAG garantiza una provisión permanente de agua potable de calidad debido a que su tratamiento está constantemente monitoreado.



Figura. 13. Vista de las instalaciones de Tratamiento

Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/41/7/Capítulo1.pdf>

CAPÍTULO 2

DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA PLANTA DE SUSTAG

2.1 INTRODUCCIÓN

Los procesos están conformados por un grupo de actividades secuenciadas para obtener un resultado. Los procesos de potabilización de agua tienen entradas y salidas que a la vez pueden convertirse nuevamente en entradas de nuevos procesos, de allí que daremos a conocer cada una de las actividades usadas actualmente para determinar probabilidades de cambios o mejoras.

La correcta realización de todas las actividades que conforman los procesos, dan como resultado la eficacia de los mismos, para esto de deben controlar los rendimientos de las actividades, las cuales deben mantenerse siempre dentro de los parámetros que requiera la empresa, por este motivo se generaron diferentes indicadores de calidad, que se convertirán en un medidor de rendimiento de cada uno de los procesos.

En este capítulo trataremos sobre las actividades y sus indicadores dentro de los procesos de la potabilización del agua dentro de la Planta de Tratamiento de Agua Potable “SUSTAG”, de ETAPA.³

³ “*Actividad: son acciones que tienen lugar dentro de los procesos y son necesarias para generar un determinado resultado.*”

“*Indicadores de desempeño: variables o relación de variables relevantes y críticas de un sistema o proceso que permiten monitorear continuamente su evolución y tendencia en el tiempo, con relación a los objetivos fijados*”

Se hará un recorrido por los procesos de potabilización del agua que son: Captación, Pre-tratamiento, Tratamiento y Almacenamiento, dentro del proceso de Pre-tratamiento existen sub procesos, como son el Cribado, Desarenado, Medición de Caudal; dentro del proceso de Tratamiento se puede distinguir subprocesos como son: Coagulación, Floculación, Sedimentación, Filtración, Desinfección, que desarrollaremos a continuación.

2.2 DEFINICIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES QUE CONFORMAN LOS PROCESOS.

Con la ayuda de los instructivos de procesos de ETAPA para la potabilización del agua y la investigación de campo a través de la observación, se pudieron determinar las siguientes actividades para cada proceso:

Captación:

- Captar el agua cruda desde la fuente, Río Yanuncay, la que es recolectada para su posterior potabilización.
- Coordinar con el responsable de Mantenimiento Civil, en esta actividad se planifica el mantenimiento de las estructuras de captación.
- Conducir el agua cruda al siguiente proceso, llevar el agua mediante tubería hacia el Pre-tratamiento donde se eliminarán los elementos de mayor tamaño que se encuentren en el agua.

Pretratamiento:

- Supervisar procesos, con esta actividad se revisa cada uno de los procesos que intervienen en el pre-tratamiento.
- Conducir el agua pre-tratada para su tratamiento y transportarla hacia la planta.

- Realizar análisis en el laboratorio mediante la técnica de muestreo, para determinar con que características se encuentra el agua y así darle el tratamiento adecuado.
- Verificar la calibración de los equipos de laboratorio, para tener la mayor exactitud y confianza en los datos obtenidos.

Cribado:

- Retener sólidos flotantes, con el cual se evita el paso de materiales sólidos gruesos a los siguientes procesos.
- Desfogar al río los materiales retenidos.
- Conducir y regular el caudal de agua al desarenador, transportando el agua cruda libre de materiales gruesos y evitando el flujo de un caudal excesivo.

Desarenado:

- Retener materiales sedimentables, mediante el cual se evita el paso de partículas de tamaño mayor a 0.18mm.
- Evacuar partículas retenidas, las mismas que son regresadas al río.
- Conducir el agua a la planta mediante una tubería de D=600mm.

Medición de Caudal:

- Medir el caudal, verificando que máximo ingrese a la planta 460lt/s.
- Medir la turbiedad y el color del agua para determinar los químicos requeridos.
- Medir el ph de agua para determinar los químicos requeridos.
- Verificar los equipos, controlando el correcto funcionamiento de los mismos para que las medidas sean siempre correctas.

Tratamiento:

- Verificar la calibración de los equipos de laboratorio, para obtener datos precisos en los muestreos.
- Realizar muestreos en cada subproceso, para determinar si los resultados son los esperados.
- Coordinar el mantenimiento para controlar el desarrollo correcto de los procesos que intervienen en el tratamiento del agua.

Coagulación:

- Preparar los químicos en el edificio de reactivos, estableciendo la cantidad necesaria de coagulantes y ayudantes de coagulación, de acuerdo con las características que presenta el agua.
- Prever y proveer los recursos químicos necesarios, ya que el agua no presenta las mismas características todo el tiempo.
- Dosificar los químicos (coagulantes y ayudantes de coagulación) y colocarlos en el agua según las características que presente.
- Supervisar continuamente el comportamiento del agua para controlar cambios en los químicos, en caso de ser necesario

Floculación:

- Preparar y colocar el polímero adecuado según los requerimientos del agua.
- Dosificar el polímero directamente en el agua, para formar los flocs.
- Controlar y supervisar la formación de los flocs y evitar que se desintegren, para lo que hay que supervisar tanto floculadores mecánicos como los floculadores hidráulicos.

Sedimentación:

- Medir la turbiedad y el color del agua sedimentada, de esta manera se controla que el agua vaya cumpliendo con las especificaciones requeridas.
- Verificar los equipos de mesa, ellos nos indican si existe algún cambio en el comportamiento del agua sedimentada, o si existe algún problema con los sedimentadores.
- Realizar la purga de fangos de los sedimentadores, es decir que, se debe retirar los fangos que se acumulan al fondo del sedimentador luego de ser retenidos los flocs en las placas que los contienen, estos fangos son enviados al espesador de fangos unas cincuenta veces al día.
- Limpiar sedimentadores, que consiste en eliminar de las placas y las paredes de los sedimentadores las partículas en ellas detenidas, para evitar algún tipo de proliferación de elementos nocivos que se encuentren en las partículas.
- Supervisar el proceso.

Filtración:

- Medir la turbiedad y el color del agua filtrada, para controlar que estén dentro de los parámetros permitidos.
- Verificar los equipos de mesa al igual que en la sedimentación, estos equipos controlan el proceso y permiten saber cuando ocurre alguna novedad en el mismo.
- Lavar los filtros, cada cierto tiempo, la arena usada como filtro debe ser cambiada por una nueva debido al desgaste, para esto se utilizan soplantes de aire, el cual es transportado desde la casa de máquinas.
- Supervisar el proceso.

Desinfección:

- Verificar que el tanque de cloro contenga la cantidad suficiente de este químico, mismo que se almacena en el edificio de cloración y proceder a verificar las dotaciones requeridas con oportunidad.
- Colocar buffer* de cloro para medición residual en la línea; este buffer se lo tiene en bodega y es usado si el cloro que se encuentra (dosificado) en la línea no es suficiente para desinfectar el agua filtrada que existe.
- Dosificar cloro, esta actividad se realiza cuando el agua filtrada ingresa a la Cámara de Contacto.
- Preparar solución saturada de cal, esta solución se elabora en la bodega y será dosificada en el agua de ser necesario.
- Medir parámetros de calidad (turbiedad, pH y cloro residual), esta actividad sirve para determinar si el agua cumple con los requerimientos de la planta (esta medición se hace en línea, es decir no interviene ningún operador).
- Preparar la solución saturada de cal, esta actividad se la realiza en la bodega y sirve para regular el pH si es necesario.
- Dosificar la solución saturada de cal, es colocar la solución en el agua.

Almacenamiento:

- Almacenar el agua tratada, en un depósito con capacidad de almacenamiento de 5.000 m³ (dividido en 2 reservorios de 2.500 m³ c/u) previo a su transporte a los diferentes puntos de abastecimiento en la ciudad.
- Medir la turbiedad, el color y el cloro residual, esto sirve para determinar si el agua tratada es apta para el consumo humano (esta medición se la realiza de manera física por un operador).
- Realizar un muestreo, el que determina las características finales del agua.

- Determinar el porcentaje de reserva en tanques, nos ayuda a evitar tratar más cantidad de agua de la que se puede almacenar.
- Operación de válvula, permite un abastecimiento continuo del agua potable, y al mismo tiempo detiene el proceso, de ser requerido.
- Verificar los equipos de mesa, estos nos muestran la información que nos permite saber el estado del agua en los tanques.
- Verificar la calibración de los equipos de laboratorio, para que el muestreo que se realiza nos de los resultados más confiables.
- Coordinar el mantenimiento electromecánico, ya que el correcto funcionamiento de los equipos es fundamental para las operaciones de la planta.

2.3 IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES DE MEDICIÓN PARA CADA UNA DE LAS ACTIVIDADES DE LOS PROCESOS.

Con la ayuda de los instructivos, fichas de procesos e investigaciones realizadas con los operadores de la planta, se pudo identificar los indicadores de medición que son usados en los diferentes procesos. Estos indicadores serán analizados en el capítulo 3 del trabajo de investigación, con el fin de determinar si son adecuados para los procesos.

INDICADORES DE PROCESO				
Proceso	Indicador	Formula	Frecuencia (reporte)	Meta
Captación	No usan indicadores actualmente			
Pre-tratamiento	No usan indicadores actualmente			
Tratamiento	%Consumo interno en los procesos de tratamiento	$\%(\text{Volumen agua ingresado} - \text{Volumen Egresado} / \text{Volumen agua ingresado})$	Mensual	Menor o igual 5%
	Medición de la continuidad	Total de horas en funcionamiento - # horas de paralización de la planta/ Total de horas en funcionamiento	Mensual	Mayor al 98%
		Sumatoria del # días con paralización de la planta mayor a 4 horas		Menor a dos casos
Almacenamiento	Muestras que cumplen:	Turbiedad	Mensual	100%
		Color		
		Cloro residual		
		Coliformes		
	Medición de la continuidad	Medición de volúmenes entregados (sumar volúmenes entregados durante el mes)	Mensual	Sustag: Mínimo 151200m ³ al mes
Mínimo el 30% de volumen requerido para cubrir consumos bajo demanda: $(100 - (\# \text{ horas nivel tanque menor } 30\% / \# \text{ total de horas}))$		Mayor al 95%		

TABLA. 1. Indicadores de Procesos

2.4 CONCLUSIONES

Luego de la observación y análisis de las actividades y procesos de potabilización de agua en la Planta de Sustag, se pudo determinar que, algunas actividades que pertenecían a un proceso determinado habían sido excluidas, otras que se habían incluido en un proceso al que no pertenecían, por lo que se estableció un listado de dichas actividades en el punto 2.2 de este capítulo.

En lo concerniente a los indicadores, los usan únicamente en la parte del tratamiento y el almacenamiento del agua tratada, teniendo parámetros muy altos a ser cumplidos. En el siguiente capítulo se determinará si estos indicadores son suficientes.

CAPÍTULO 3

GESTIÓN POR PROCESOS Y PROPUESTA DE MEJORA

3.1 INTRODUCCIÓN

Una vez entendido el funcionamiento de los procesos de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Sustag, es posible realizar una gestión por procesos que nos permita encontrar oportunidades de mejoras que se podrían usar en la planta, contribuyendo con la eficacia y eficiencia en el trabajo que se desarrolla, lo que daría como resultado la prestación de servicios de calidad a la comunidad y la consecuente satisfacción del cliente.

3.2 REALIZACIÓN DE LA GESTIÓN POR PROCESOS DE LA PLANTA “Sustag”

Qué es Gestión Por Procesos?

- ⊙ *“Estrategia para lograr exceder las expectativas del cliente a través de la conversión acertada de sus requerimientos (necesidades + expectativas) en características del producto, con fines de fidelización (recompra y/o recomendación) y a través de procesos interactuantes*
- ⊙ *Cuerpo de conocimientos, con principios y herramientas específicas, que permite gestionar la calidad total*
- ⊙ *Compatibiliza los requerimientos del cliente con los intereses y ofertas organizacionales”⁴*

⁴ Coronel, Iván; “Gestión por Procesos Metodología de implementación 2012; pag 9

Mapa de Procesos

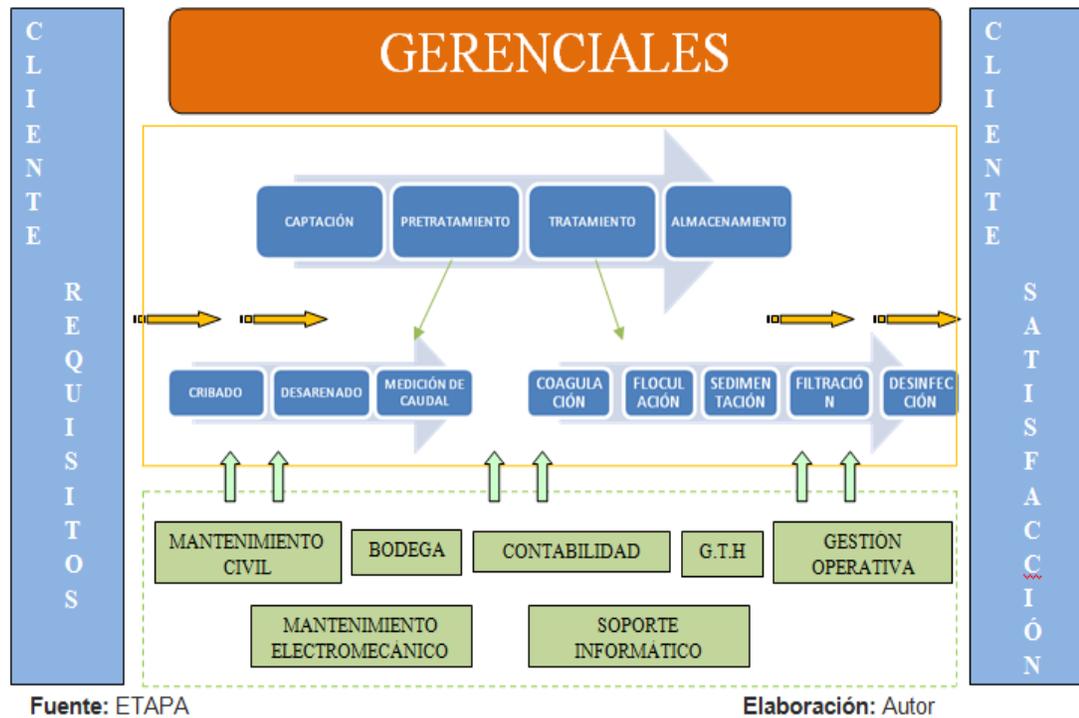


Figura. 14. Mapa de Procesos

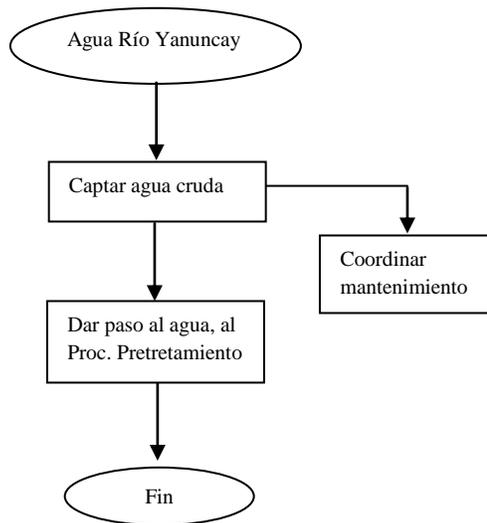
El mapa de procesos de la Empresa nos ayuda a entender la ubicación dentro de la organización, de los procesos operativos o principales identificados con el color azul y los de apoyo identificados con el color verde.

El conocimiento de todos los procesos que intervienen directa o indirectamente en la potabilización del agua permite que todos los departamentos trabajen en equipo y se obtengan los mejores resultados que cumplan todos los requisitos del cliente, logrando la satisfacción de los mismos.

DIAGRAMACIÓN DE PROCESOS

La diagramación nos permite determinar exactamente cuáles son las actividades que intervienen en los diferentes procesos, además facilita la delegación de responsabilidades ya que al conocer las actividades y el orden en el que se desarrollan permiten controlar de mejor manera los procesos.

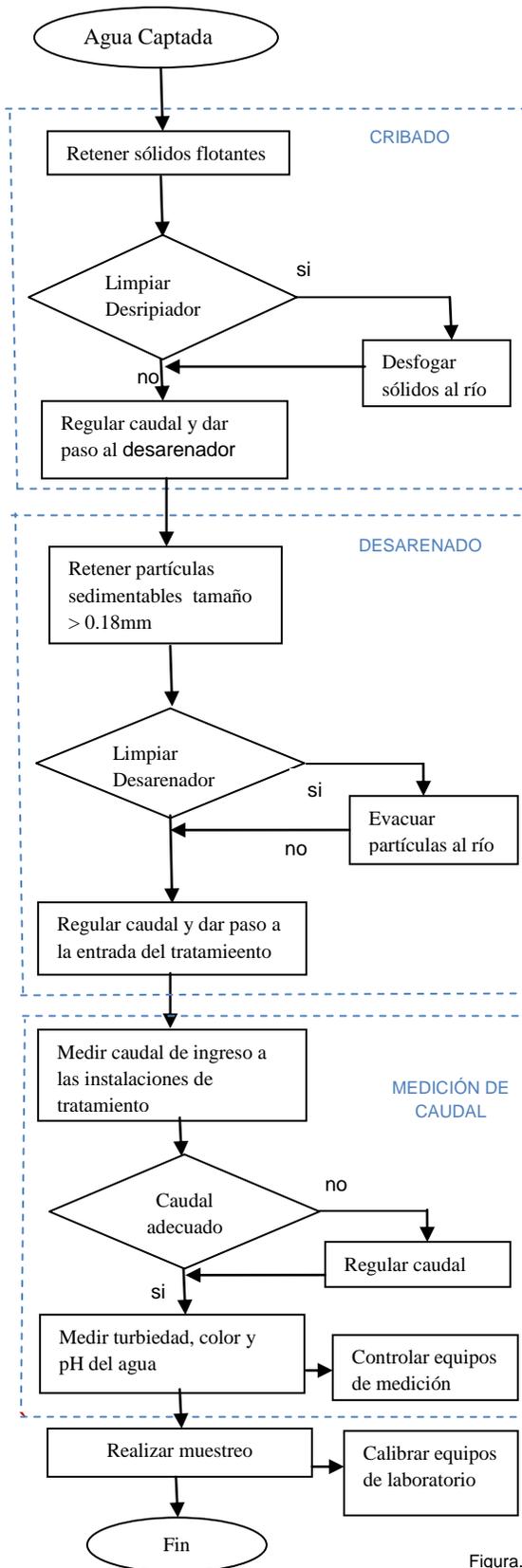
CAPTACIÓN



RESPONSABLE	DOCUMENTOS	OBSERVACIÓN
Operadores	-Instructivo para la potabilización de agua	Este instructivo debe ser revisado durante todo el proceso de Captación de agua
Operadores y Jefe de Planta	- Matriz producto no conforme y Matriz de requisitos del cliente.	
Operadores		

Figura. 15. Diagrama de flujo de la Captación

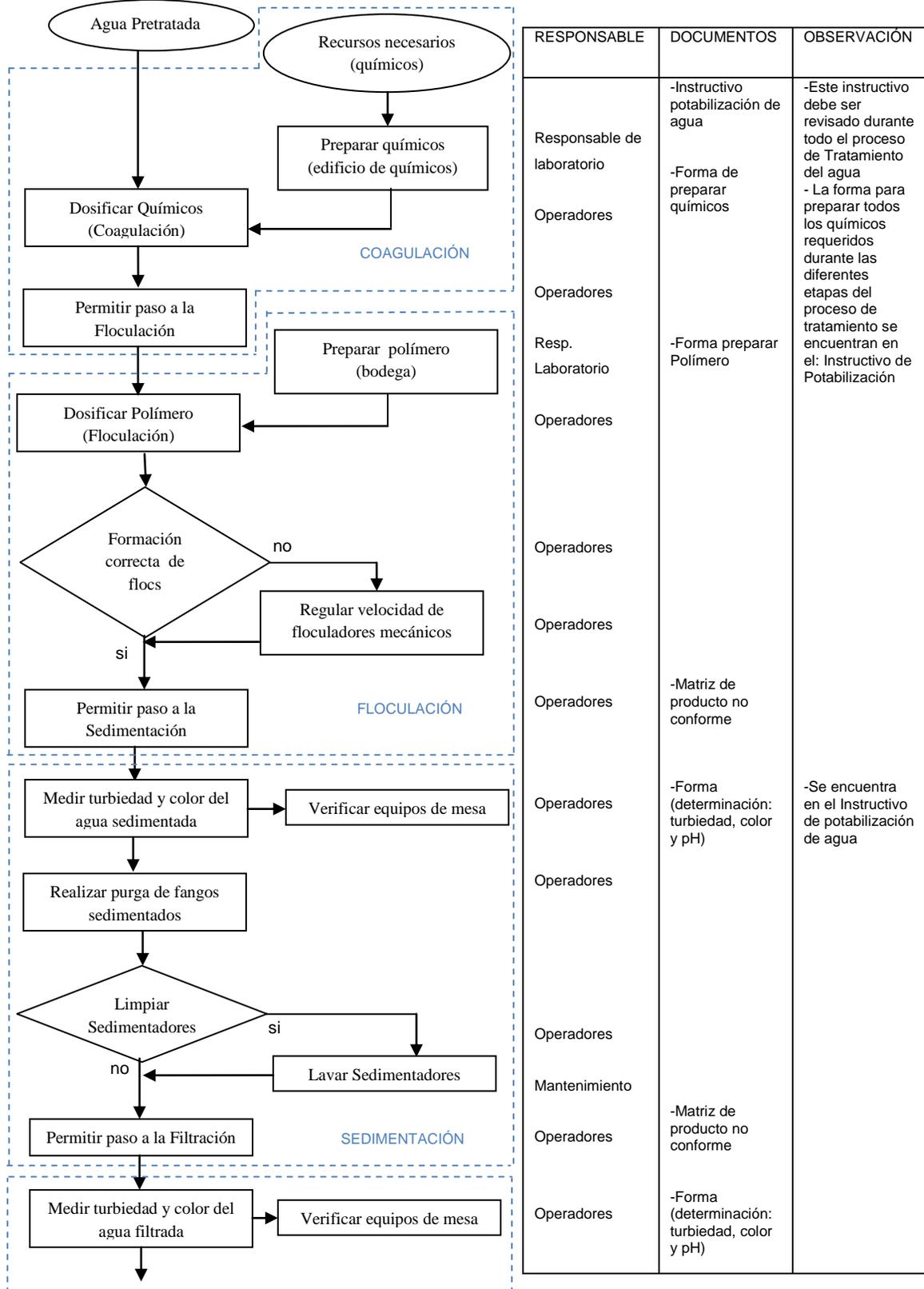
PRETRATAMIENTO



RESPONSIBLE	DOCUMENTOS	OBSERVACION
	-Instructivo potabilización de agua	Este instructivo debe ser revisado durante todo el proceso de Pretratamiento del agua
Operadores	-Matriz de producto no conforme	
Operadores		
Operadores		
Operadores	-Matriz de producto no conforme	
Operadores		
Operadores		
Operadores	-Forma (determinación: turbiedad, color y pH)	-Se encuentra en el Instructivo de potabilización de agua
Operadores	-Matriz de requisitos del cliente	
Responsable de laboratorio		

Figura. 16. Diagrama de Flujo Pretratamiento

TRATAMIENTO



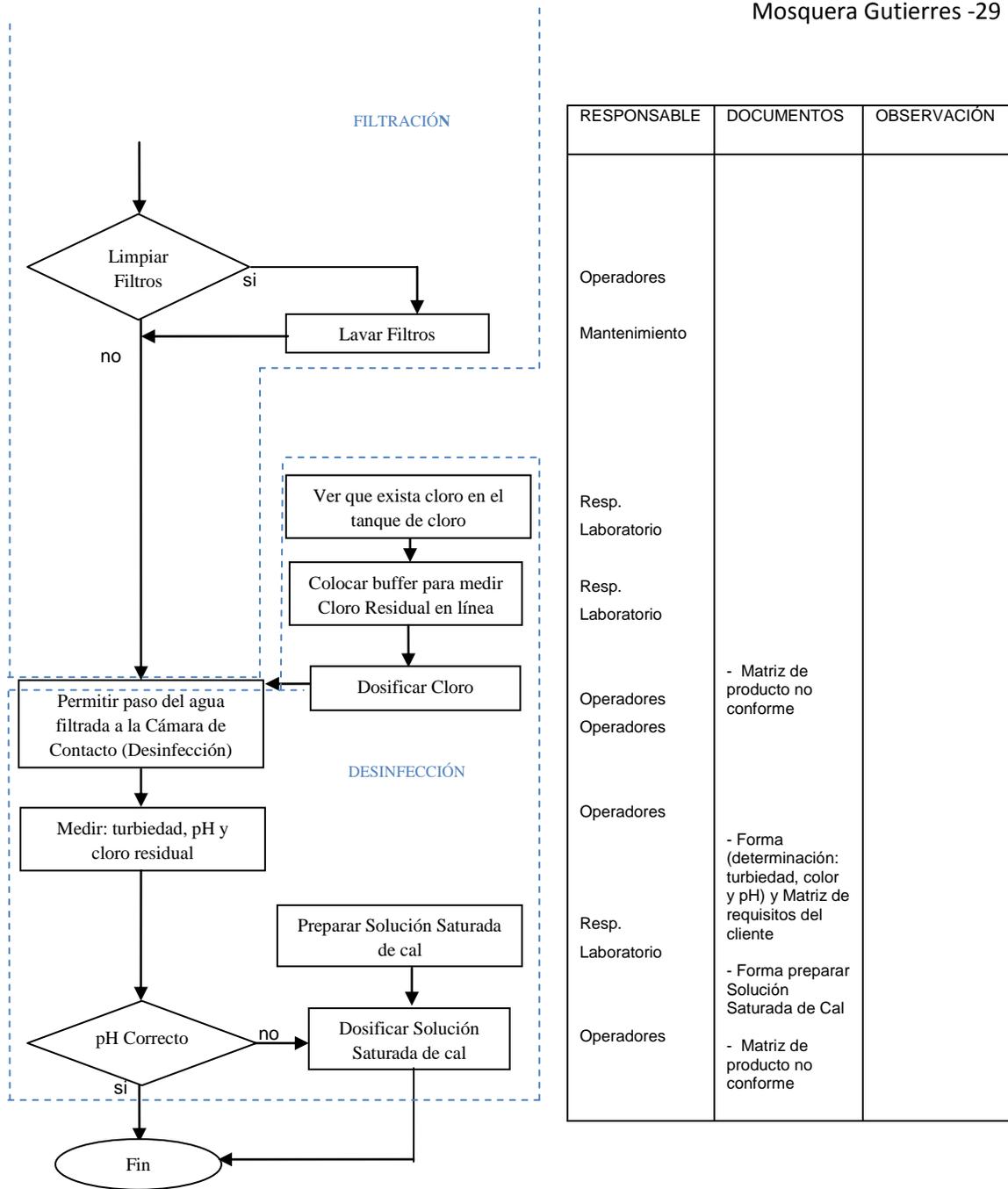


Figura. 17. Diagrama de flujo del Tratamiento

ALMACENAMIENTO

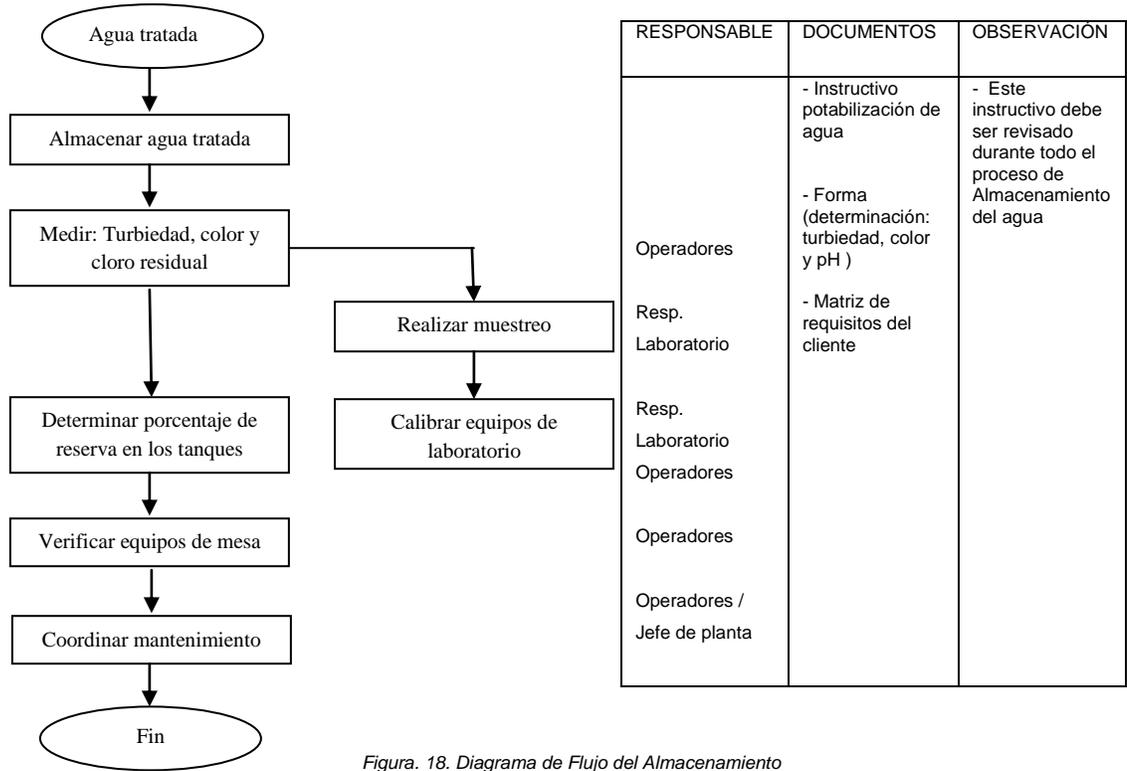


Figura. 18. Diagrama de Flujo del Almacenamiento

DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS

En esta parte del trabajo de grado podemos conocer: el alcance, objetivo, actividades que intervienen, documentos que se necesitan para que el proceso se desarrolle de manera correcta, así como los recursos humanos y técnicos necesarios para controlar los procesos y los indicadores que miden el desempeño de los mismos (algunos procesos no cuentan con indicadores actualmente, se sugerirán algunos en puntos posteriores de este capítulo).

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE "SUSTAG"	
Proceso: CAPTACIÓN	
Subproceso:	
Inicia: Río Yanuncay	Termina: Rejilla de retención de materiales flotantes
Definición: La captación es el proceso mediante el cual se recolecta agua cruda del río, para su posterior potabilización.	
Objetivo: captar agua de la Fuente	
ACTIVIDADES	Documentos
Captar agua cruda	Instructivo de potabilización del agua
Conducir el agua al pre tratamiento	Matriz de producto no conforme
Coordinar mantenimiento	Matriz de requisitos del cliente
Indicador: No tienen indicador	
Recursos Humano: operadores	Recursos Técnicos: vehículo, herramientas e infraestructura de captación
Responsable: Jefe de Planta	

TABLA. 2. Descripción de la Captación

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE "SUSTAG"	
Proceso: PRETRATAMIENTO	
Subproceso:	
Inicia: Rejilla de retención de materiales flotantes	Termina: Muestreo de agua pretratada
Definición: Proceso que se realiza al agua cruda previo a su tratamiento de potabilización	
Objetivo: Acondicionar físicamente el agua cruda previa a su tratamiento	
ACTIVIDADES	Documentos
Retener sólidos flotantes	Instructivo de potabilización del agua Matriz de producto no conforme Matriz de requisitos del cliente Forma de determinación de: turbiedad, color y pH
Desfogar sólidos al río	
Regular el caudal y dar paso al desarenador	
Retener partículas sedimentables de tamaño >0.18mm	
Evacuar partículas retenidas al río	
Regular caudal y dar paso a las instalaciones de tratamiento	
Medir el caudal que ingresa a las instalaciones de tratamiento	
Medir turbiedad, color y pH del agua que ingresa al tratamiento	
Realizar muestreo	
Calibrar equipos de laboratorio	
Controlar equipos de medición	
Coordinar mantenimiento de la infraestructura del pre tratamiento	
Indicador: No tienen indicador	
Recursos Humano: operadores y responsable de laboratorio, personal de mantenimiento	Recursos Técnicos: vehículo, infraestructuras de pre tratamiento, internet, computadora, SCADA
Responsable: Jefe de Planta	

TABLA. 3. Descripción del Pretratamiento

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE "SUSTAG"	
Proceso: PRETRATAMIENTO	
Subproceso: CRIBADO	
Inicia: Rejilla de retención de materiales flotantes	Termina: Regulación del caudal que pasa al desarenador
Definición: Proceso de separación de materiales gruesos que se encuentran en el agua cruda	
Objetivo: Retener sólidos de gran tamaño que ingresan en el agua captada	
ACTIVIDADES	Documentos
Retener sólidos flotantes	Instructivo de potabilización del agua
Desfogar sólidos al río	
Limpiar desripiador	
Regular el caudal y dar paso al desarenador	
Indicador: No tienen indicador	
Recursos Humano: operadores	Recursos Técnicos: vehículo, infraestructuras de cribado, herramientas
Responsable: Jefe de Planta	

TABLA. 4. Descripción del Cribado

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE "SUSTAG"	
Proceso: PRETRATAMIENTO	
Subproceso: DESARENADO	
Inicia: Ingreso del agua cruda al desarenador	Termina: Ingreso del agua cruda a las instalaciones de tratamiento
Definición: Proceso de remover partículas de cierto tamaño que hayan logrado pasar la etapa de Cribado.	
Objetivo: Retener partículas sedimentables	
ACTIVIDADES	Documentos
Retener partículas sedimentables de tamaño >0.18mm	Instructivo de potabilización del agua
Evacuar partículas retenidas al río	
Regular caudal y dar paso a las instalaciones de Tratamiento	
Limpiar el desarenador	
Indicador: No tienen indicador	
Recursos Humano: operadores	Recursos Técnicos: vehículo, infraestructuras de desarenado, herramientas
Responsable: Jefe de Planta	

TABLA. 5. Descripción del Desarenado

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE "SUSTAG"	
Proceso: PRETRATAMIENTO	
Subproceso: MEDICIÓN DE CAUDAL	
Inicia: Ingreso del agua a la planta de tratamiento	Termina: Medición turbiedad, color y pH del agua que ingresa
Definición: Proceso de separación de materiales gruesos que se encuentran en el agua cruda	
Objetivo: Retener sólidos de gran tamaño que ingresan en el agua captada	
ACTIVIDADES	Documentos
Medir el caudal que ingresa a las instalaciones de tratamiento	Instructivo de potabilización del agua Forma de determinación de: turbiedad, color y ph
Medir turbiedad, color y ph del agua que ingresa al tratamiento	
Controlar equipos de medición	
Indicador: No tienen indicador	
Recursos Humano: operadores	Recursos Técnicos: equipos de medición, SCADA, computadora, internet
Responsable: Jefe de Planta	

TABLA. 6. Descripción de la Medición de Caudal

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE "SUSTAG"	
Proceso: TRATAMIENTO	
Subproceso:	
Inicia: Ingreso del agua cruda a las instalaciones de tratamiento	Termina: Traslado del agua tratada a los tanques de almacenamiento
Definición: Proceso en el cual se potabiliza el agua.	
Objetivo: Realizar los subprocesos necesarios (coagulación, floculación, sedimentación, filtración, desinfección) de acuerdo a los parámetros definidos en el plan de producto o servicio	
ACTIVIDADES	Documentos
Verificar que existan los recursos necesarios en bodega (químicos)	Instructivo de potabilización del agua Matriz de producto no conforme Matriz de requisitos del cliente Forma de determinación de: turbiedad, color y ph Forma de preparación de químicos
Preparar químicos	
Dosificar químicos (Coagulación)	
Dar paso a la Floculación	
Prepara polímero	
Dosificar polímero	
Controlar formación de flocs	
Dar paso a la Sedimentación	
Medir turbiedad y color del agua sedimentada	
Realizar la purga de los fangos acumulados	
Dar paso a la filtración	
Medir turbiedad y color del agua filtrada	
Lavar filtros	
Dar paso a la Cámara de Contacto (Desinfección)	
Verificar que exista cloro en el tanque de cloro	
Colocar buffer para medir cloro residual en línea	
Dosificar cloro al agua	
Medir: turbiedad, pH y cloro residual a la salida de la Cámara de Contacto	
Preparar solución saturada de cal (de ser necesario)	
Dosificar solución saturada de cal (de ser necesario)	
Realizar muestreo	
Verificar equipos de mesa	
Transportar el agua a los tanques de almacenamiento	
Coordinar mantenimiento	
Indicador/es: $\text{-\%Consumo Interno en los} = \frac{\% \text{ Volumen agua ingresado} - \text{Volumen egresado}}{\text{Volumen agua ingresado}} \cdot \text{procesos de tratamiento}$ $\text{- Medición de Continuidad} = \frac{\text{Total horas funcionamiento} - \# \text{horas para de plant}}{\text{Total horas funcionamiento}}$ $\text{mayor a 4} = \text{Sumatoria de \# días con para de planta}$	Meta Frecuencia $\leq 5\%$ Mensual $> 98\%$ Mensual Menor a dos casos Mensual
Recursos Humano: operadores, responsable de laboratorio, personal de mantenimiento	Recursos Técnicos: internet, SCADA, equipos laboratorio, instrumentos de mesa, infraestructura de tratamiento
Responsable: Jefe de Planta	

TABLA. 7. Descripción del Tratamiento

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE "SUSTAG"	
Proceso: TRATAMIENTO	
Subproceso: COAGULACIÓN	
Inicia: ingreso del agua cruda a las instalaciones de tratamiento	Termina: dar paso a la Floculación
Definición: proceso mediante el cual se desestabilizan partículas existentes en el agua mediante la colocación de químicos	
Objetivo: dosificar los químicos necesarios según las características del agua	
ACTIVIDADES	Documentos
Verificar que existan los recursos necesarios en bodega (químicos)	Instructivo de potabilización del agua Forma de determinación de: turbiedad, color y pH Forma de preparación de químicos Matriz de requerimientos del cliente
Preparar químicos	
Dosificar químicos	
Dar paso a la Floculación	
Coordinar mantenimiento	
Indicador: $\% \text{ Cumplimiento} = \frac{\text{Características Muestreo}}{\text{Características Requeridas}}$	Meta 100% Frecuencia Cada hora
Recursos Humano: operadores, responsable de laboratorio	Recursos Técnicos: computadora, internet, SCADA, equipos laboratorio.
Responsable: Jefe de Planta	

TABLA. 8. Descripción de la Coagulación

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE "SUSTAG"	
Proceso: TRATAMIENTO	
Subproceso: FLOCULACIÓN	
Inicia: colocación del polímero al agua	Termina: dar paso a la sedimentación
Definición: proceso en el cual las partículas desestabilizadas en la coagulación ganan mayor densidad y tamaño	
Objetivo: controlar la correcta formación de los flocs	
ACTIVIDADES	Documentos
Preparar el polímero	Instructivo de potabilización del agua Forma de preparación de químicos Matriz de requerimientos del cliente
Dosificar el polímero en el agua	
Controlar la correcta formación de los flocs	
Regular la velocidad de los floculadores mecánicos en caso de ser necesario	
Coordinar mantenimiento	
Indicador: $\% \text{ Cumplimiento} = \frac{\text{Características Muestra}}{\text{Características Requeridas}}$	Meta 100% Frecuencia Cada hora
Recursos Humano: operadores, responsable de laboratorio	Recursos Técnicos: computadora, internet, SCADA, equipos laboratorio, equipos de mesa
Responsable: Jefe de Planta	

TABLA. 9. Descripción de la Floculación

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE "SUSTAG"		
Proceso: TRATAMIENTO		
Subproceso: SEDIMENTACIÓN		
Inicia: Ingreso del agua a los sedimentadores	Termina: Dar paso a la Filtración	
Definición: En este proceso se da la claridad del agua, mediante la separación de las fases sólida y líquida.		
Objetivo: Eliminar hasta el 90% de las partículas existentes aun en el agua		
ACTIVIDADES	Documentos	
Medir turbiedad y color del agua sedimentada	Instructivo de potabilización del agua Forma de determinación de: turbiedad, color y ph Matriz de requerimientos del cliente	
Realizar purga de fangos sedimentados		
Controlar equipos de mesa		
Dar paso a la Filtración		
Coordinar mantenimiento		
Indicador: % Cumplimiento = $\frac{\text{Características Muestreo}}{\text{Características Requeridas}}$	Meta 100%	Frecuencia Cada hora
Recursos Humano: Operadores, Responsable de laboratorio	Recursos Técnicos: Computadora, Internet, SCADA, Equipos laboratorio, Equipos de mesa	
Responsable: Jefe de Planta		

TABLA. 10. Descripción de la Sedimentación

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE "SUSTAG"		
Proceso: TRATAMIENTO		
Subproceso: FILTRACIÓN		
Inicia: Ingreso del agua a los filtros	Termina: Dar paso a la Cámara de Contacto	
Definición: Proceso en el cual se elimina el 10% de partículas sobrantes en el agua, con la utilización de un medio poroso (arena) que separa las partículas del agua.		
Objetivo: Eliminar el 10% de las partículas restantes en el agua		
ACTIVIDADES	Documentos	
Medir turbiedad y color del agua filtrada	Instructivo de potabilización del agua Forma de determinación de: turbiedad, color y ph Matriz de requerimientos del cliente	
Controlar equipos de mesa		
Dar paso a la Cámara de Contacto		
Realizar la limpieza de los filtros cada 25 horas		
Coordinar mantenimiento		
Indicador: % Cumplimiento = $\frac{\text{Características Muestro}}{\text{Características Requeridas}}$	Meta 100%	Frecuencia Cada hora
Recursos Humano: Operadores, Responsable de laboratorio	Recursos Técnicos: Computadora, Internet, SCADA, Equipos laboratorio, Equipos de mesa	
Responsable: Jefe de Planta		

TABLA. 11. Descripción de la Filtración

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE "SUSTAG"	
Proceso: TRATAMIENTO	
Subproceso: DESINFECCIÓN	
Inicia: Controlando cloros en el edificio de cloros	Termina: Medición de las características del agua a la salida de la Cámara de Contacto
Definición: Proceso que sirve para eliminar todos los microorganismos patógenos que no fueron eliminados en procesos anteriores.	
Objetivo: Eliminar al 100% microorganismos patógenos	
ACTIVIDADES	Documentos
Ver que exista cloro en el tanque de cloro	Instructivo de potabilización del agua Forma de determinación de: turbiedad, color y ph Matriz de requerimientos del cliente
Colocar buffer para medir Cloro Residual en línea	
Dosificar Cloro	
Medir: turbiedad, ph y cloro residual	
Preparar Solución Saturada de Cal	
Dosificar la Solución Saturada de Cal (si es necesario)	
Indicador: % Cumplimiento = $\frac{\text{Características Muestreo}}{\text{Características Requeridas}}$	Meta 100% Frecuencia Cada hora
Recursos Humano: Operadores, Responsable de laboratorio	Recursos Técnicos: Computadora, Internet, SCADA, Equipos laboratorio, Equipos de mesa
Responsable: Jefe de Planta	

TABLA. 12. Descripción de la Desinfección

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE "SUSTAG"			
Proceso: ALMACENAMIENTO			
Subproceso:			
Inicia: Ingreso del agua tratada a los tanques de almacenamiento		Termina: Distribución del agua potable	
Definición: Almacenar el agua tratada, para su posterior distribución			
Objetivo: Almacenar el agua según los requerimientos del cliente			
ACTIVIDADES		Documentos	
Almacenar el agua tratada		Instructivo de potabilización del agua Forma de determinación de: turbiedad, color y ph Matriz de requerimientos del cliente Matriz de producto no conforme	
Medir: Turbiedad, color y cloro residual			
Realizar Muestreo			
Determinar porcentaje de reserva en los tanques			
Calibrar equipos de laboratorio			
Controlar equipos de mesa			
Coordinar mantenimiento			
Indicador:		META	FRECUENCIA
- Muestras que cumplen:			
Turbiedad			
Color	$100 * \frac{\text{Total de muestras} - \# \text{ muestras no cumplen}}{\text{Total de muestras}}$	100%	Mensual
Cloro Residual			
Coliformes			
- Medición de Continuidad = Medición de volúmenes entregados (sumar volúmenes entregados durante el mes)		Mínimo 151200m3	Mensual
= Mínimo el 30% de volumen requerido para cubrir consumos bajo demanda: (100-(# horas nivel tanque menor 30% / # total de horas))		> 95%	
Recursos Humano: Operadores, Responsable de laboratorio, Personal mantenimiento		Recursos Técnicos: Computadora, Internet, SCADA, Equipos laboratorio, Equipos de mesa	
Responsable: Jefe de Planta			

TABLA. 13. Descripción del Almacenamiento

DETERMINACIÓN DE VALOR AGREGADO

Con la ayuda de los operadores de la planta se pudo realizar un cuadro en el cual se muestran las actividades que ocurren durante la potabilización del agua y el valor que genera cada una de ellas.

Basados en el diagrama de determinación de valor agregado ⁵

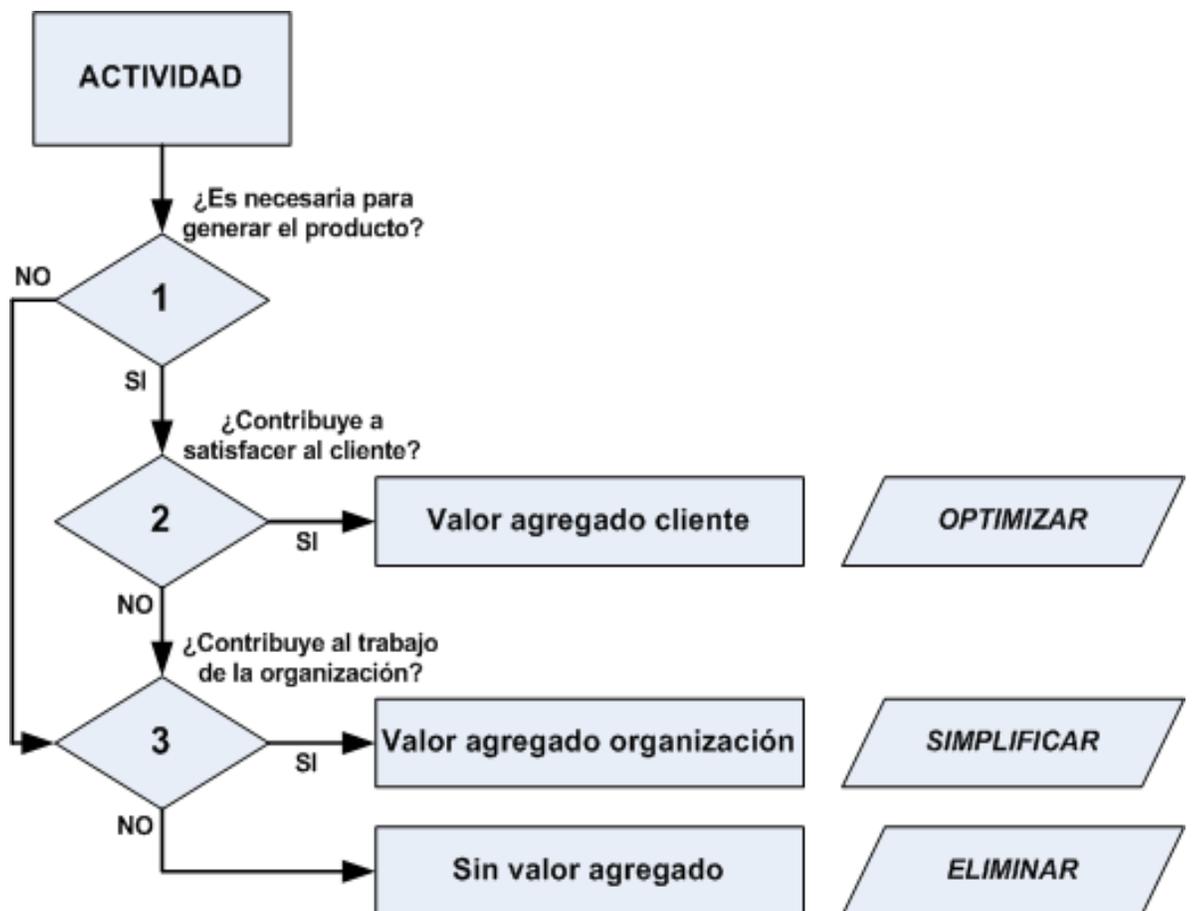


Figura. 19. Diagrama de Valor Agregado

⁵ Coronel, Iván; “Gestión por Procesos Metodología de implementación 2012; pag. 9

Se obtuvo los siguientes resultados, los mismos que pueden verse a detalle en los anexos.

ACTIVIDAD	VALOR AGREGADO CLIENTE	VALOR AGREGADO PLANTA	NO GENERA VALOR AGREGADO
Captación Agua Cruda (Río Yanuncay)	X	X	
Retención de materiales flotantes de gran tamaño		X	
Desfogar al río materiales de gran tamaño retenidos			X
Regular caudal que pasa al desarenador		X	
Retener partículas sedimentables (tamaño mayor a 0.18mm)		X	
Evacuar partículas retenidas al río			X
Medir caudal de ingreso a la planta		X	
Medir turbiedad, ph y color del agua q ingresa a la planta		X	
Controlar equipos de medición		X	
Realizar muestreo del agua Pre tratada		X	
Preparar químicos en edificio de químicos		X	
Proveer recursos necesarios (tener siempre los químicos requeridos)		X	
Dosificar químicos al agua (coagulación)		X	
Preparación de polímero		X	
Dosificar polímero al agua		X	
Controlar la formación de los flocs		X	

ACTIVIDAD	VALOR AGREGADO CLIENTE	VALOR AGREGADO PLANTA	NO GENERA VALOR AGREGADO
Medir turbiedad y color del agua sedimentada		X	
Realizar purga de fangos de los sedimentadores		X	
Lavar Sedimentadores			X
Medir turbiedad y color del agua filtrada		X	
Lavar filtros			X
Verificar que el tanque de cloro tenga cloro			X
Colocar buffer de cloro para medición residual en línea		X	
Dosificar cloro		X	
Preparación de Solución Saturada de Cal		X	
Dosificación de Solución Saturada de Cal		X	
Medir turbiedad, ph y cloro residual a la salida de la Cámara de Contacto		X	
Realizar Muestreo agua tratada		X	
Almacenar Agua tratada	X		
Medir turbiedad, color y cloro residual		X	
Determinar porcentaje de reserva en tanques		X	
Verificar equipos de mesa (todos los procesos)		X	
Coordinar mantenimiento (todos los procesos)		X	

TABLA. 14. Valor Agregado Trabajadores

De igual manera se pidió ayuda a ciudadanos que no conocen el proceso de potabilización del agua para saber que genera valor para ellos y este fue el resultado.

ACTIVIDAD	VALOR AGREGADO CLIENTE	VALOR AGREGADO PLANTA	NO GENERA VALOR AGREGADO
Captación Agua Cruda (Río Yanuncay)	X	X	
Retención de materiales flotantes de gran tamaño		X	
Desfogar al río materiales de gran tamaño retenidos			X
Regular caudal que pasa al desarenador		X	
Retener partículas sedimentables (tamaño mayor a 0.18mm)		X	
Evacuar partículas retenidas al río			X
Medir caudal de ingreso a la planta		X	
Medir turbiedad, ph y color del agua q ingresa a la planta	X		
Controlar equipos de medición		X	
Realizar muestreo del agua Pre tratada		X	
Preparar químicos en edificio de reactivos			X
Proveer recursos necesarios (tener siempre los químicos requeridos)			X
Dosificar químicos al agua (coagulación)		X	
Preparación de polímero		X	
Dosificar polímero al agua		X	
Controlar la formación de los flocs		X	

ACTIVIDAD	VALOR AGREGADO CLIENTE	VALOR AGREGADO PLANTA	NO GENERA VALOR AGREGADO
Medir turbiedad y color del agua sedimentada	X		
Realizar purga de fangos de los sedimentadores		X	
Lavar Sedimentadores			X
Medir turbiedad y color del agua filtrada	X		
Lavar filtros			X
Verificar que el tanque de cloro tenga cloro			X
Colocar buffer de cloro para medición residual en línea		X	
Dosificar cloro		X	
Preparación de Solución Saturada de Cal		X	
Dosificación de Solución Saturada de Cal		X	
Medir turbiedad, ph y cloro residual a la salida de la Cámara de Contacto	X		
Realizar Muestreo agua tratada		X	
Almacenar Agua tratada	X		
Medir turbiedad, color y cloro residual	X		
Determinar porcentaje de reserva en tanques	X		
Verificar equipos de mesa (todos los procesos)			X
Coordinar mantenimiento (todos los procesos)		X	

TABLA. 15. Valor Agregado Ciudadanía

3.3 PROPUESTA DE MEJORA PARA EL MANEJO DE LOS PROCESOS, EN LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA.

Luego de revisar los resultados de valor agregado presentados anteriormente se puede realizar una propuesta de mejora. Para lo cual seguiremos los siguientes pasos:

1. Identificar el problema
2. Caracterizar el problema
3. Analizar el problema
4. Determinar la acción correctiva

 Optimizar

 Simplificar

 Eliminar

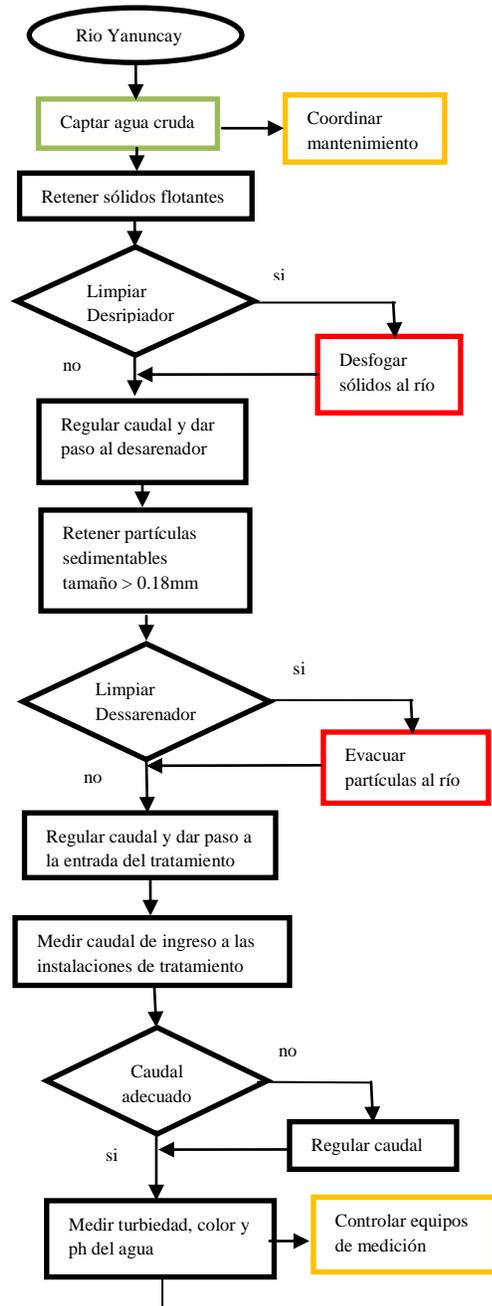
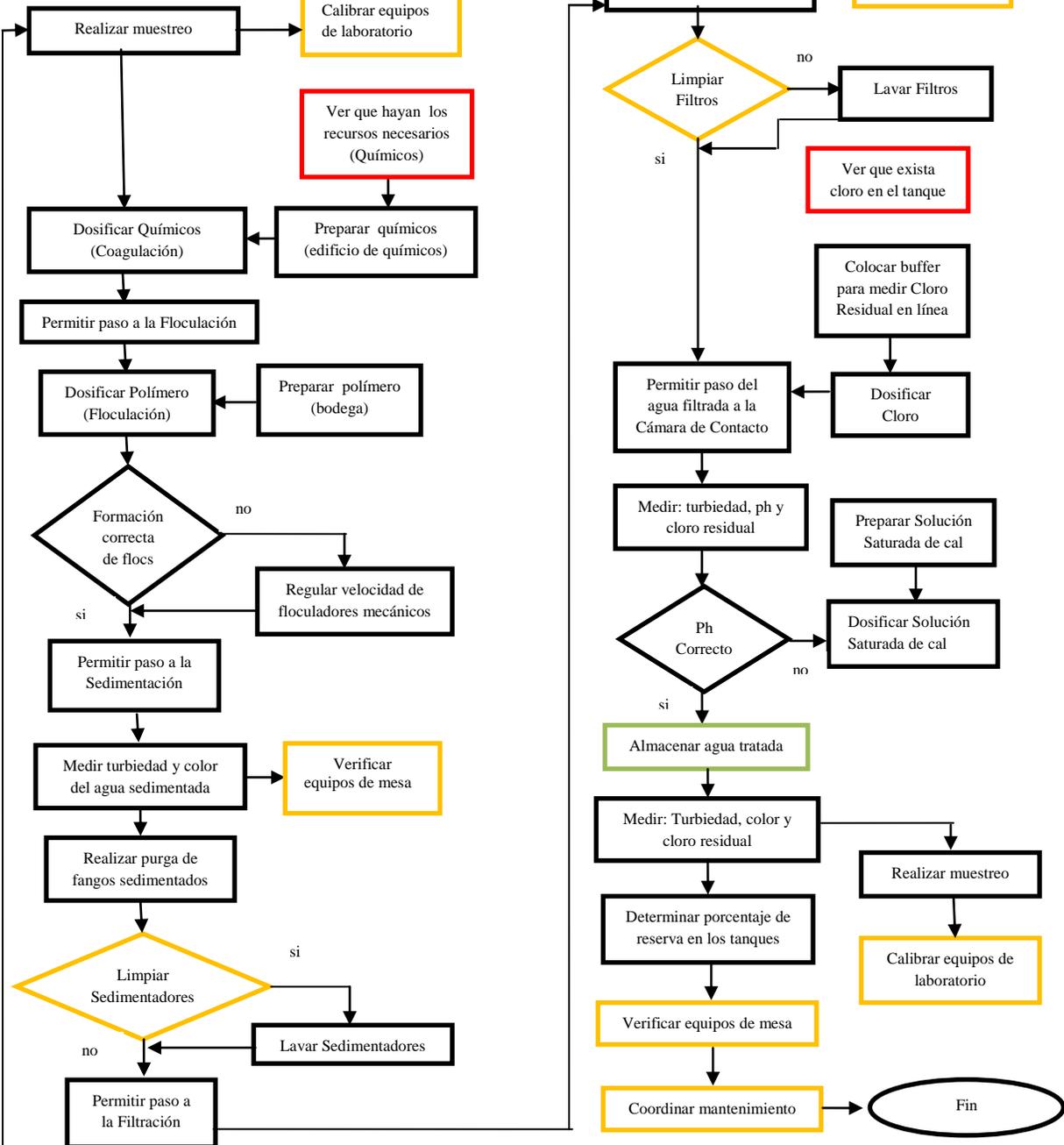


Figura. 20. Diagrama de Flujo de Procesos y Subprocesos



Aunque no está especificado en el diagrama de flujo, la inclusión de indicadores en ciertas partes del proceso ayudaría a mejorar en algunos aspectos, por este motivo se presenta el siguiente cuadro de indicadores.

PROCESO	Captación	Pretratamiento	Tratamiento	Almacenamiento
SUBPROCESO		Cribado	Coagulación	
ACTIVIDAD	Captar agua cruda	Desfogue de sólidos flotantes al río	Tener los recursos necesarios	Almacenar agua tratada
INDICADOR	Cantidad Captada	Frecuencia de desfogue	Cantidad de químico usados	Eficacia
FÓRMULA	Sumatoria de caudales que ingresa a la planta	Total #desfogues/total horas que trabaja la planta	#Sacos de químico/Total horas trabajadas	Agua almacenada = Agua captada
FRECUENCIA	Diaria	Semanal	Diaria	Diaria
OBJETIVO INDICADOR	Mide la cantidad de agua que es extraída del río	Determinar el tiempo promedio en que los sólidos son desfogados al río	Saber la cantidad de químico usada por día	Conocer la eficacia de la planta
OBSERVACIÓN	Debe ser comparado con la cantidad de agua almacenada al final del día	Este indicador nos ayudará a dar un mejor trato a los sólidos desfogados	De esta manera se puede diseñar un plan de adquisición de químicos, basados en la cantidad usada y cuáles son los que se usan más.	No va a ser exacto ya que se pierde pequeños porcentajes de caudal durante el proceso de potabilización de agua

TABLA. 16. Indicadores Propuestos

Con la ayuda del cuadro anterior podemos hacer una propuesta para mejorar algunas actividades que se realizan en la planta de tratamiento de agua potable Sustag.

Problema: Desfogue de sólidos al río
Sugerencia: Eliminar
Caracterización: En la etapa del Cribado del agua cruda la rejilla que retiene los sólidos flotantes se obstruye debido a la cantidad de de material que viene en el agua, y para limpiarla se desfogan los elementos retenidos al río de esta manera se contamina nuevamente el río.
Análisis: El problema se origina debido a que la zona en la que se encuentra la planta es una zona donde existe presencia constante de lluvia, esto hace que el caudal del río crezca y la fuerza de su corriente aumente arrastrando ramas, rocas y animales que se encuentran a las orillas del rio que ingresan por el azud de captación y llegan a la rejilla desrripadora tapándola y obstruyendo el paso del agua a los siguientes procesos.
Acción Correctiva: Se podría construir un depósito junto a la rejilla, para que en lugar de desfogar los materiales al río se los haga en el depósito, para el retiro de los elementos se puede realizar un convenio con la empresa de limpieza de la ciudad, misma que retiraría estos elementos una o dos veces por semana según los indicadores lo determinen.

TABLA. 17. Problema del Desfogue de sólidos al río

Problema: Evacuar partículas al río
Sugerencia: Eliminar
Caracterización: En la parte del desarenado luego de retener las partículas sedimentables que no fueron eliminadas en el Cribado, estas caen al fondo del desarenador y cada cierto tiempo son enviadas al río cuando se debe lavar el desarenador. Esto afecta al medio ambiente ya que contamina el río.
Análisis: Siempre van a existir partículas que no puedan ser eliminadas en la etapa de cribado, que tendrán que ser eliminadas posteriormente.
Acción Correctiva: Para evitar que las partículas retenidas en el desarenador sean devueltas al rio, se podría instalar en el fondo del desarenador válvulas similares a las que existen en la Sedimentación del agua con las cuales se puede realizar la purga de las partículas sin tener que devolverlas al rio, y mediante una instalación de tuberías llevar las partículas extraídas al deshidratador de fangos para su correcto tratamiento.

TABLA. 18. Problema de Evacuar partículas al río

Problema: Ver que existan los recursos necesarios (químicos)
Sugerencia: Eliminar
Caracterización: se revisa en la bodega que exista la cantidad de químico necesario para la preparación y posterior dosificación diaria
Análisis: El no contar con los materiales necesarios provoca una para en la producción del agua potable, además existe gastos que tiene que ver con la compra y transporte de los químicos..
Acción Correctiva: Para mejorar este problema se debería determinar la cantidad necesaria de químicos que se utilizarían durante todo el año, de esta manera se podría planificar una sola compra con entregas periódicas, de esta manera se asegura la existencia de los químicos en la planta y se puede reducir costos (por efectos de la economía de escala).

TABLA. 19. Problema de Ver que existan los recursos necesarios

Problema: Ver que el tanque de cloro tenga cloro
Sugerencia: Eliminar
Caracterización: Antes de iniciar un turno en la planta, un operador se dirige al edificio de cloro a revisar que el tanque de cloro contenga cloro para poder realizar la desinfección del agua
Análisis: Se puede controlar la existencia del cloro de otra forma, sin necesidad de que el operador se traslade al edificio de cloro, de esta manera se puede controlar aspectos más importantes de los procesos.
Acción Correctiva: Para controlar la existencia de cloro se puede conectar un dispositivo, que muestre en la computadora del operador el nivel de cloro existente en el tanque, con esto se controla desde las oficinas, y únicamente el operador se debe trasladar al edificio de cloros cuando se requiera cambiar de tanque.

TABLA.20. Problema de Ver que el tanque de cloro tenga cloro

Problema: Verificar equipos de mesa
Sugerencia: Simplificar
Caracterización: Existe una constante inspección en el funcionamiento de los equipos de mesa de cada uno de los subprocesos de Tratamiento y en el proceso de Almacenamiento.
Análisis: Los operadores constantemente van a revisar los equipos de manera física
Acción Correctiva: Se debería mantener el control de los equipos desde las oficinas, ya que todo el proceso de tratamiento está conectado en línea, los operadores deberían ir únicamente a revisar de manera física cuando la computadora indique algún problema, o las características del agua cambien y necesiten una calibración diferente

TABLA.21. Problema de Verificar equipos de mesa

Problema: Calibrar equipos de laboratorio
Sugerencia: Simplificar
Caracterización: Los equipos de laboratorio son calibrados todos los días para realizar los muestreos de las diferentes etapas de los procesos
Análisis: Al igual que en los equipos de mesa, los equipos de laboratorio son calibrados excesivamente
Acción Correctiva: De la misma manera como se dijo para los equipos de mesa, los equipos de laboratorio deberían ser calibrados únicamente cuando las características del agua presenten modificaciones.

TABLA.22. Problema de Calibrar equipos de laboratorio

Problema: Coordinar mantenimiento, Limpieza sedimentadores, Limpieza filtros,
Sugerencia: Simplificar
Caracterización: Los mantenimientos constantes generan paras de producción,
Análisis: Se espera a que los elementos de los procesos o subprocesos lleguen a su límite para que se de mantenimiento.
Acción Correctiva: Capacitar a los operadores de la planta sobre el funcionamiento de los aparatos o elementos que intervienen en cada uno de los procesos y subprocesos, de esta manera podrán determinar el momento más indicado que se pueda realizar el mantenimiento, según las señales que den cada uno de los aparatos o elementos.

TABLA.23. Problema de Coordinar mantenimiento

Existen partes del proceso que no se pueden considerar como un problema, pero que debido a su importancia dentro de la potabilización del agua se podrían optimizar para mejorar la satisfacción del cliente estas son:

- **Captación de Agua cruda**
- **Almacenamiento de agua tratada**

Para poder mejorar estas actividades la planta debería ampliar sus instalaciones, pero esto está planificado para algunos años adelante.

Por ese motivo la forma en que se podría ampliar tanto la captación como el almacenamiento, sería si a la planta de "Sustag", se le asignan más tanques para abastecer, de esta manera se podría bajar la carga operativa de alguna otra planta.

3.4 CONCLUSIONES

Al terminar este capítulo se pudo concluir:

Se logró conocer con mayor claridad cada uno de los procesos que intervienen en la potabilización del agua.

Se pudo determinar el valor que cada actividad de los procesos generan tanto para los empleados de la planta como para los ciudadanos en general.

Se logró determinar algunos problemas y oportunidades de mejora que se presentan en la planta.

Se pudo realizar un planteamiento de algunas propuestas de mejoras, mismas que buscan facilitar y mejorar el trabajo que se realiza por los empleados en la planta.

CONCLUSIONES GENERALES

Una vez concluido el presente trabajo de grado, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Se logró conocer la historia e importancia de la planta para la ciudad.
- Se logró identificar cada una de las actividades que forman parte tanto de los procesos como sub procesos que intervienen en la potabilización del agua.
- Se determinó los responsables de cada una de las actividades.
- Se mostró los indicadores con los que se maneja la planta.
- Se pudo separar las actividades que generan valor o no.
- Se realizó la gestión por procesos dentro de la planta “Sustag”
- Se pudo identificar algunas oportunidades para mejorar y se propuso algunas acciones de mejora para dichas oportunidades.

RECOMENDACIONES

Luego de haber realizado el análisis y las propuestas de mejora en la Planta de Tratamiento de Agua Potable “SUSTAG”, puedo realizar las siguientes recomendaciones:

- El jefe de planta debe involucrar a todos los trabajadores en cada una de las actividades y procesos, sin dejar de lado la responsabilidad que cada uno tiene en las diferentes partes de los procesos.
- El jefe de planta debe pedir un análisis de mercado a gerencia ya que la producción que se genera en la planta es mayor de lo que realmente debe abastecer, teniendo un cuello de botella en el mercado. Poner más tanques a ser abastecidos por la planta
- Se debe realizar un correcto plan con el departamento de compras de la empresa para poder adquirir los recursos necesarios y de esta manera poder reducir costos en cuestión de compra (economía de escalas) y en cuestión de transporte (menos transporte)
- Se debe tomar en cuenta las sugerencias de los operadores ya que ellos saben lo que realmente sucede en los diferentes procesos. El jefe de planta debe estar al tanto de cada una de las sugerencias y ponerlas a conocimiento gerencial, de esta manera se puede mejorar el funcionamiento no sólo de la planta de Sustag, sino también de las demás (El Cebollar y Tixan).
- Se debe generar un plan de incentivos para que los trabajadores puedan seguir ideando formas de mejora.

- Revisar los indicadores actuales y determinar si son los más adecuados.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUDELO T., Luis F.; Escobar B., Jorge. GESTIÓN POR PROCESOS. ICONTEC. Primera edición. Medellín, 2007.
- CORONEL, Iván; “Gestión por Procesos Metodología de Implementación. Cuenca – Ecuador 2012.
- ECA Formación. CURSO “GESTIÓN POR PROCESOS”. Material de Estudio. Edición didáctica. Toledo, 2008
- GARCÍA, Fernando; Material de trabajo para el módulo de Lean-Six Sigma del Curso de Graduación. Documento Didáctico. Cuenca-Ecuador 2011.
- HERRERA, Benjamín; Material de trabajo para el módulo de Gestión por Procesos del Curso de Graduación. Documento Didáctico. Cuenca-Ecuador 2011.
- RUBIO R, Ricardo; DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LAS PROPIEDADES HIDRÁULICAS DE LOS FLOCULADORES MECÁNICOS DE LA PLANTA DE AGUA SUSTAG – CUENCA ECUADOR. Cuenca – Ecuador 2009
- Internet: <http://www.revistaleadership.com/articulos-colaboradores/effective-management/gestion-por-procesos/>; PEREZ F. DE VELAZCO, José Antonio; “GESTIÓN POR PROCESOS”; Effective Management Publications; Barcelona – España 2008.
- Internet: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1024-94352006000300005&script=sci_arttext&tlng=en; SOTO, Ma. Aurora, BARRIOS, Norma; “Gestión del conocimiento. Parte II. Modelo de gestión por procesos”; La Habana – Cuba 2006

- Internet: <http://www.slideshare.net/lucasburchard/plantas-tratamiento-agua-potable>; Dr. Burchard Señoret, Lucas; "PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE"; 2005
- Internet: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan3/040065/tema2-5.pdf>; GALVIS, Alberto; SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS EN EL TRATAMIENTO DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO; 2004.

ANEXOS

ANEXO 1

Formulario para la determinación de valor agregado

ACTIVIDAD	VALOR AGREGADO CLIENTE	VALOR AGREGADO PLANTA	NO GENERA VALOR AGREGADO
Captación Agua Cruda (Río Yanuncay)			
Retención de materiales flotantes de gran tamaño			
Desfogar al río materiales de gran tamaño retenidos			
Regular caudal que pasa al desarenador			
Retener partículas sedimentables (tamaño mayor a 0.18mm)			
Evacuar partículas retenidas al río			
Medir caudal de ingreso a instalaciones de tratamiento			
Medir turbiedad, ph y color del agua q ingresa a la planta			
Controlar equipos de medición			
Realizar muestreo del agua Pretratada			
Preparar químicos en edificio de químicos			
Proveer recursos necesarios (tener siempre los químicos requeridos)			

Dosificar químicos al agua (coagulación)			
Preparación de polímero			
Dosificar polímero al agua			
Controlar la formación de los flocs			
Medir turbiedad y color del agua sedimentada			
Realizar purga de fangos de los sedimentadores			
Lavar Sedimentadores			
Medir turbiedad y color del agua filtrada			
Lavar filtros			
Verificar que el tanque de cloro tenga cloro			
Colocar buffer de cloro para medición residual en línea			
Dosificar cloro			
Preparación de Solución Saturada de Cal			
Dosificación de Solución Saturada de Cal			
Medir turbiedad, ph y cloro residual a la salida de la Cámara de Contacto			
Realizar Muestreo agua tratada			
Almacenar Agua tratada			
Medir turbiedad, color y cloro residual			
Determinar porcentaje de reserva en tanques			
Verificar equipos de mesa (todos los procesos)			
Coordinar mantenimiento (todos los procesos)			

ANEXO 2

Tabulación de valor agregado

- Trabajadores

	CAPTACIÓN			
ACTIVIDAD	VALOR CLIENTE	VALOR EMPRESA	SIN VALOR	# Respuestas
Captar agua cruda de la fuente	3	5	0	8
Total	3	5	0	8
%	38	63	0	

	PRETRATAMIENTO			
ACTIVIDAD	VALOR CLIENTE	VALOR EMPRESA	SIN VALOR	# Respuestas
Retención de materiales flotantes de gran tamaño	1	7	0	8
Desfogar al río materiales de gran tamaño retenidos	0		8	8
Regular caudal que pasa al desarenador	0	8	0	8
Retener partículas sedimentables (tamaño mayor a 0.18mm)	1	7	0	8
Evacuar partículas retenidas al río	0		8	8
Medir caudal de ingreso instalaciones de tratamiento	0	8	0	8
Medir turbiedad, ph y color del agua q ingresa a la planta	0	8	0	8
Controlar equipos de medición	0	8	0	8
Realizar muestreo del agua Pretratada	0	8	0	8
Total	2	54	16	72
%	3	75	22	

ACTIVIDAD	TRATAMIENTO			# Respuestas
	VALOR CLIENTE	VALOR EMPRESA	SIN VALOR	
Preparar químicos en edificio de químicos	0	8	0	8
Proveer recursos necesarios (tener siempre los químicos requeridos)	0	7	1	8
Dosificar químicos al agua (coagulación)	0	8	0	8
Preparación de polímero	0	8	0	8
Dosificar polímero al agua	0	8	0	8
Controlar la formación de los flocs	0	8	0	8
Medir turbiedad y color del agua sedimentada	0	8	0	8
Realizar purga de fangos de los sedimentadores	0	8	0	8
Lavar Sedimentadores	0	3	5	8
Medir turbiedad y color del agua filtrada	0			0
Lavar filtros	0	3	5	8
Verificar que el tanque de cloro tenga cloro	0	1	7	8
Colocar buffer de cloro para medición residual en línea	0	8		8
Dosificar cloro	0	8		8
Preparación de Solución Saturada de Cal	0	8		8
Dosificación de Solución Saturada de Cal	0	8		8
Medir turbiedad, ph y cloro residual a la salida de la Cámara de Contacto	2	6	0	8
Realizar Muestreo agua tratada	1	7	0	8
Total	3	115	18	136
%	2	85	13	

	ALMACENAMIENTO			
ACTIVIDAD	VALOR CLIENTE	VALOR EMPRESA	SIN VALOR	# Respuestas
Almacenar Agua tratada	7	1	0	8
<ul style="list-style-type: none"> • C I Medir turbiedad, color y cloro residual	2	6	0	8
<ul style="list-style-type: none"> A D A Determinar porcentaje de reserva en tanques	0	6	2	8

- CIUDADANOS

	CAPTACION			
ACTIVIDAD	VALOR CLIENTE	VALOR EMPRESA	SIN VALOR	# Respuestas
Captar agua cruda de la fuente	38	14	0	52
Total	38	14	0	52
%	73	27	0	

	PRETRATAMIENTO			
ACTIVIDAD	VALOR CLIENTE	VALOR EMPRESA	SIN VALOR	# Respuestas
Retención de materiales flotantes de gran tamaño	16	30	6	52
Desfogar al río materiales de gran tamaño retenidos	0	4	48	52
Regular caudal que pasa al desarenador	0	39	13	52
Retener partículas sedimentables (tamaño mayor a 0.18mm)	17	33	2	52
Evacuar partículas retenidas al río	0	4	48	52
Medir caudal de ingreso instalaciones de tratamiento	0	41	11	52
Medir turbiedad, ph y color del agua q ingresa a la planta	36	11	5	52
Controlar equipos de medición	6	29	17	52
Realizar muestreo del agua Pretratada	19	30	3	52
Total	94	221	153	468
%	20	47	33	

ACTIVIDAD	TRATAMIENTO			# Respuestas
	VALOR CLIENTE	VALOR EMPRESA	SIN VALOR	
Preparar químicos en edificio de químicos	2	13	37	52
Proveer recursos necesarios (tener siempre los químicos requeridos)	1	17	34	52
Dosificar químicos al agua (coagulación)	17	35	0	52
Preparación de polímero	2	13	37	52
Dosificar polímero al agua	17	35	0	52
Controlar la formación de los flocs	5	43	4	52
Medir turbiedad y color del agua sedimentada	36	8	8	52
Realizar purga de fangos de los sedimentadores	11	33	8	52
Lavar Sedimentadores	4	17	31	52
Medir turbiedad y color del agua filtrada	36	8	8	52
Lavar filtros	8	17	27	52
Verificar que el tanque de cloro tenga cloro	0	11	41	52
Colocar buffer de cloro para medición residual en línea	6	32	14	52
Dosificar cloro	18	34	0	52
Preparación de Solución Saturada de Cal	2	37	13	52
Dosificación de Solución Saturada de Cal	6	37	9	52
Medir turbiedad, ph y cloro residual a la salida de la Cámara de Contacto	36	8	8	52
Realizar Muestreo agua tratada	23	29	0	52
Total	230	427	279	936
%	25	46	30	

	ALMACENAMIENTO			
ACTIVIDAD	VALOR CLIENTE	VALOR EMPRESA	SIN VALOR	# Respuestas
Almacenar Agua tratada	42	10	0	52
Medir turbiedad, color y cloro residual	36	8	8	52
Determinar porcentaje de reserva en tanques	27	13	12	52
Verificar equipos de mesa (todos los procesos)	0	24	28	52
Coordinar mantenimiento (todos los procesos)	6	29	17	52
Total	111	84	65	260
%	43	32	25	