

**PROPUESTA DE INTERVENCIÓN PARA MITIGAR LOS FACTORES DE RIESGO MÁS SIGNIFICATIVOS, QUE SE ENCUENTRAN EN LOS PROCESOS DE CAPTACIÓN, POTABILIZACIÓN Y VERTIMIENTO DE AGUA, EN LA UNIVERSIDAD ICESI.**

**JUAN GUILLERMO CASAS  
EMERSON TORO**

**UNIVERSIDAD ICESI  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTIAGO DE CALI  
2015**

**PROPUESTA DE INTERVENCIÓN PARA MITIGAR LOS FACTORES DE RIESGO MÁS SIGNIFICATIVOS, QUE SE ENCUENTRAN EN LOS PROCESO DE CAPTACIÓN, POTABILIZACIÓN Y VERTIMIENTO DE AGUA, EN LA UNIVERSIDAD ICESI.**

**JUAN GUILLERMO CASAS  
EMERSON TORO**

**Proyecto de Grado para optar el título de Ingeniero Industrial**

**Director proyecto  
Angélica María Borja**

**UNIVERSIDAD ICESI  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTIAGO DE CALI  
2015**

# CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	5
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	6
<b>1 CAPÍTULO I. Definición del Problema</b> .....	7
1.1 Contexto del Problema .....	7
1.2 Análisis y Justificación .....	8
1.3 Formulación del Problema.....	10
1.4 Delimitación y Alcance .....	10
<b>2 CAPITULO II. Objetivos</b> .....	11
2.1 Objetivo General .....	11
2.2 Objetivo del Proyecto.....	11
2.3 Objetivos Específicos.....	11
<b>3 CAPITULO III. Marco de referencia</b> .....	12
3.1 Estudios previos.....	12
3.2 Marco teórico .....	15
3.2.1 Procesos.....	15
3.2.2 Riesgo y Factor de riesgo .....	15
3.2.3 Clasificación factores de riesgo.....	16
3.2.4 Evaluación de riesgos. ....	19
3.2.5 Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.....	22
3.2.6 Medidas de intervención.....	25
<b>4 CAPITULO IV. Metodología</b> .....	26
<b>5 CAPITULO V. DESARROLLO DEL PROYECTO</b> .....	29
5.1 Documentación y validación de los procesos de captación, potabilización y vertimiento de aguas en la Universidad Icesi. ....	29
5.1.1 Descripción de los procesos de captación, potabilización y vertimiento de agua en la Universidad Icesi.....	29
5.1.2 Documentación de los procesos de captación, potabilización y vertimiento de aguas en la Universidad Icesi .....	32
5.1.3 Validación de los procesos de captación y potabilización de agua.....	33

5.2 Identificación y análisis de los factores de riesgos más significativos en los procesos de captación, potabilización y vertimiento de aguas en la Universidad Icesi ..... 46

5.2.1 Recolección de Información..... 46

5.2.2 Identificación de Riesgos..... 49

5.2.3 Identificación de Controles Existentes ..... 55

5.2.4 Evaluación de los Riesgos ..... 59

5.2.5 Aceptabilidad de los Riesgos ..... 67

5.2.5 Riesgos Significativos ..... 73

5.3 Propuesta de intervención para los Factores de Riesgo que se identificaron en los procesos habituales y esporádicos de captación, potabilización y vertimientos de agua ..... 76

5.3.1 Propuesta de intervención para el tipo de Riesgo químico (sustancias) .... 76

5.3.2 Propuesta de intervención para el tipo de riesgo físico (ruido) ..... 79

5.3.3 Propuesta de intervención para el tipo de riesgo mecánico (herramientas manuales)..... 81

5.3.4 Propuesta de intervención para la prevención de riesgos en los procesos tercerizados..... 84

5.4 Conclusiones..... 85

5.5 Recomendaciones..... 86

**BIBLIOGRAFÍA** ..... 88

**ANEXOS**..... 90

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clases de factores de riesgo.....	17
Tabla 2. Determinación del Nivel de Deficiencia.....	19
Tabla 3. Determinación del Nivel de Exposición.....	20
Tabla 4. Significado de los niveles de probabilidad.....	20
Tabla 5. Determinación del nivel de consecuencias.....	21
Tabla 6. Significado del nivel de riesgo.....	22
Tabla 7. Aceptabilidad del riesgo.....	22
Tabla 8. Capacidad de los Tanques.....	32
Tabla 9. Herramienta de Validación.....	33
Tabla 10. Validación – Captación.....	34
Tabla 11. Validación - Potabilización.....	37
Tabla 12. Validación – Vertimiento.....	42
Tabla 13. Riesgos identificados en las Visitas de Campo.....	48
Tabla 14. Captación - Encuestados vs Autores.....	49
Tabla 15. Captación – Riesgos Identificados.....	50
Tabla 16. Precloración - Encuestados vs Autores.....	51
Tabla 17. Precloración – Riesgos Identificados.....	51
Tabla 18. Filtración – Encuestados vs Autores.....	51
Tabla 19. Filtración - Riesgos Identificados.....	52
Tabla 20. Postcloración - Encuestados vs Autores.....	52
Tabla 21. Postcloración - Riesgos Identificados.....	53
Tabla 22. Almacenamiento y distribución - Encuestados vs Autores.....	53
Tabla 23. Almacenamiento y distribución - Riesgos Identificados.....	54
Tabla 24. Vertimiento – Encuestados vs Autores.....	54
Tabla 25. Vertimiento – Riesgos Identificados.....	55
Tabla 26. Captación - Controles Existentes.....	55
Tabla 27. Precloración – Controles Existentes.....	56
Tabla 28. Filtración – Controles Existentes.....	57
Tabla 29. Postcloración – Controles existentes.....	57
Tabla 30. Almacenamiento y Distribución – Controles Existentes.....	58
Tabla 31. Vertimiento – Controles Existentes.....	59
Tabla 32. Aceptabilidad del Riesgo - Captación.....	67
Tabla 33. Aceptabilidad del Riesgo - Precloración.....	68
Tabla 34. Aceptabilidad del Riesgo – Filtración.....	69
Tabla 35. Aceptabilidad del Riesgo - Postcloración.....	70
Tabla 36. Aceptabilidad del Riesgo – Almacenamiento Y Distribución.....	71

Tabla 37. Aceptabilidad del Riesgo - Vertimiento.....	72
Tabla 38. Lista de Chequeo - Verificación de Uso de EPP .....	78
Tabla 39. Herramientas Manuales .....	81
Tabla 40. Lista de Chequeo - Verificación del Estado de Herramientas Manuales .....	83

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Causas, problemas y consecuencias .....	9
Figura 2. Modelo de Encuesta Aplicada .....	47
Figura 3. Aceptables con control específico – Actividades Habituales .....	73
Figura 4. Aceptables con control específico - Actividades Esporádicas .....	74
Figura 5. No Aceptables - Actividades Esporádicas .....	75
Figura 6. Extractor – Propuesto .....	77
Figura 7. Panel PVC – Propuesto.....	80
Figura 8. Tapa Oídos Anatómicos – Propuestos .....	80
Figura 9. Kit de Herramientas Manuales - Propuesto .....	82
Figura 10. EPP – Propuestos .....	83
Figura 11. Trípode - Propuesto .....	85

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo A. Procesos de captación, Potabilización y vertimiento de agua – Documentados .....	90
Anexo B. Encuestas - Resultados .....	96
Anexo C. Matriz de Valoración de Riesgos en los Procesos de Captación, Potabilización y Vertimiento de Agua – (Digital).....	97
Anexo D. Entregable para Contratistas de la Universidad – Procesos de Caracterización .....	98

## RESUMEN

El objetivo general de este proyecto consiste en contribuir a la aplicación del Sistema de Gestión de la Salud y Seguridad en el Trabajo (SG-SST) en la Universidad Icesi, en sus procesos que hacen parte del tratamiento de agua potable, captación, potabilización y vertimiento de agua. Para lograr el objetivo macro, se realizaron los siguientes objetivos específicos: se documentaron y validaron los procesos de captación, potabilización y vertimiento de agua, luego se identificaron y valoraron los riesgos a los que se exponen los empleados, al ejecutar las actividades habituales y esporádicas que conforman cada proceso con el fin de encontrar los riesgos más significativos; por último se realizaron las propuestas de intervención para los riesgos más relevantes que fueron: químico (sustancias), físico (ruido), mecánico (herramientas manuales) y procesos Tercereados, puesto que los trabajadores en sus tareas, están expuestos a estos peligros.

**Palabras Claves:** Sistema de Gestión de la Salud y Seguridad en el Trabajo (SG-SST), Captación, Potabilización, Vertimiento, Riesgo Físico, Riesgo Mecánico y Riesgo Químico.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente todas las organizaciones, sin importar su área de desempeño sea de servicios o bienes, deben implementar un programa de seguridad y salud en el trabajo que garantice condiciones de trabajo seguras para los empleados, el cual se conoce con el nombre de Sistema de Gestión de la Salud y Seguridad en el Trabajo (SG-SST).

El desarrollo de este proyecto es de suma importancia para la Universidad ICESI, porque con éste se pretende implementar y actualizar un sistema de administración de la seguridad y salud en el trabajo, acorde con el decreto 1443 del 2014, la cual modificó el sistema general de riesgos laborales en Colombia, y creó el Sistema de Gestión de la Salud y Seguridad en el Trabajo (SG-SST).

Básicamente para cumplir con ese objetivo macro, se empezará en primer lugar, con la planificación de los servicios, a partir del conocimiento de las necesidades en materia de salud y seguridad en el trabajo, mediante un diagnóstico inicial en el que se incluyen los aspectos relativos a la exposición de los trabajadores a los factores de riesgo laborales y a la evaluación de la exposición de éstos, a diferentes agentes químicos, físicos y ergonómicos entre otros; aspectos relevantes en la Investigación en higiene industrial. En segundo lugar, la etapa de resolución de la problemática a través de la identificación y clasificación de los factores de riesgo más relevantes.

En tercer lugar, se organizará y se recomendará a la universidad, con propuestas de intervención, respecto a los riesgos significativos. Dando a conocer los controles necesarios en la fuente en el medio o en el individuo que sean necesarios para la eliminación, sustitución o mitigación de los factores de riesgo encontrados; proyectando a las actividades desarrolladas en los procesos de captación, potabilización y vertimiento de agua en la universidad Icesi en mejoras continuas, y así lograr un ambiente de trabajo seguro y saludable.



# 1 CAPÍTULO I. Definición del Problema

## 1.1 Contexto del Problema

Desde los orígenes de la humanidad, el trabajo es una actividad vital del hombre; pasamos la mayor parte del tiempo en función del mismo y nuestra vida y salud están condicionadas en la sociedad, de acuerdo con la realización y organización del trabajo y el consumo.

En el mundo se presentan según las estadísticas, en promedio, 120 millones de accidentes laborales por año, de los cuales mueren 2,3 millones de personas. En Colombia de acuerdo con el informe de la Administración de Riesgos Laborales (ARL), se presentan 698 muertes anuales por accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

El Ministerio de Trabajo, funciona según las normas que se han establecido de manera internacional para el manejo de los riesgos laborales, así garantiza que estas leyes se adapten a las necesidades del trabajador colombiano y ofrecer las garantías que todo programa de seguridad y salud en el trabajo debe tener.

En consecuencia el Ministerio de Trabajo, generó algunas leyes que modifican el sistema de riesgos laborales para los trabajadores colombianos.

- La Ley 1562 de 2012 complementó y modificó las necesidades del antiguo Sistema de Riesgos Laborales para el trabajo del siglo XXI. Estableció que el programa de salud ocupacional en lo sucesivo se entenderá como el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST
- La Resolución 2013 vigente desde 1986, dio inicio al Comité Paritario de Salud Ocupacional (COPASO) en las organizaciones del país.
- El Decreto 1443 del 31 de Julio de 2014, estableció que en lo sucesivo el Programa de Salud Ocupacional de las empresas, se llamará Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SS-SGT) que velará por la seguridad y salud en la labor de los trabajadores de las empresas colombianas.

- El Decreto 1072 del 26 de Mayo del 2015, establece la relación entre el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo (SS-SGT) y la adopción de las políticas, planes, programas y proyectos para un buen desarrollo de las relaciones laborales.

En la actualidad, la Universidad ICESI, cuenta con un programa de Salud Ocupacional, que le permite proteger a sus trabajadores contra los riesgos laborales. Según la legislación actual, la Universidad debe regirse por el marco legal vigente, aplicando la ley 1562 del 11 de julio del 2012, de obligatorio cumplimiento. Esta ley brinda un mejor marco regulador acorde con el cambio en los procesos y actividades productivas, con el ánimo de que los trabajadores permanezcan en un ambiente sano y en un óptimo estado de salud. .

Este Proyecto presentado incluirá la recopilación de información, la clasificación, el análisis, la evaluación, y recomendaciones al programa existente en la universidad, para el mejoramiento y control de los riesgos que puedan estar afectando la seguridad y salud del trabajador en los procesos de captación, potabilización y vertimientos de agua en la Universidad.

## **1.2 Análisis y Justificación**

Con este proyecto se pretende dar a conocer los factores de riesgo ocupacionales, médicos, laborales, de higiene y seguridad industrial más significativos que se encuentren en la zona donde se realizan los procesos de captación, potabilización y vertimiento de agua de la Universidad.

Enmarcados en la legislación vigente, ley 1562 del 11 de julio del 2012, del Sistema de la Seguridad, Salud y Trabajo, el proyecto permitirá adquirir competencias de promoción de la calidad de vida laboral, el mejoramiento continuo, prevención de accidentes, intervención para prevenir riesgos dañinos al medio ambiente, implementando correctivos, midiendo logros y fijando metas. Igualmente conocer las situaciones que afrontan los trabajadores que hacen parte de la ejecución de los procesos de captación, potabilización y vertimiento de aguas, al utilizar herramientas y otros elementos y al enfrentar situaciones de estrés y ambientes desfavorables, que deterioran la salud física, mental y el ambiente laboral con el fin de lograr una condición de trabajo segura y saludable

Para sustentar el planteamiento ya escrito se darán a conocer las variables, causas y consecuencias que dan lugar a éste:

**Variables exógenas:**

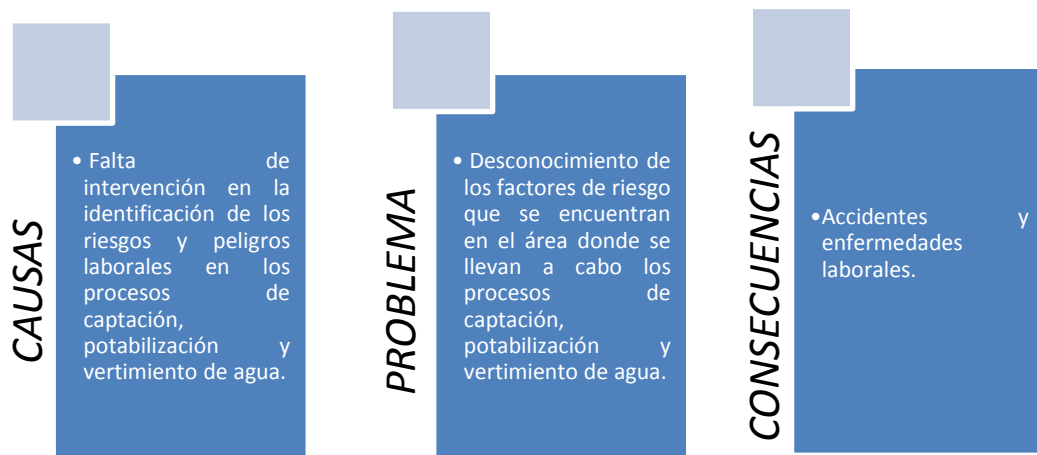
- Guía GTC-45 que se refiere a la identificación de los factores de riesgos y peligros ocupacionales.

**Variables endógenas:**

- Factores de riesgo que afronta el personal en las áreas de trabajo donde se realiza el proceso de captación, potabilización, y vertimiento del agua en la Universidad Icesi. Factores de riesgo físicos, químicos, biológicos, ergonómicos, mecánicos, psicosociales, ambientales y eléctricos.
- Programa de salud ocupacional y riesgos laborales de la Universidad.

Acorde con las variables identificadas, se ilustra el diagrama Causa y Efecto en la figura 1.

**Figura 1. Causas, problemas y consecuencias**



### **1.3 Formulación del Problema**

Actualmente la Universidad ICESI se encuentra en el proceso de actualización a la normatividad del Sistema de Gestión de la Salud y Seguridad en el Trabajo (SG-SST), debido a esto, se desconocen los factores de riesgo a los cuales están expuestos los empleados para llevar a cabo los procesos de captación, potabilización y vertimiento de agua, lo cual puede generar accidentes o enfermedades laborales, que probablemente pueden traer repercusiones negativas para la integridad física del personal encargado de ejecutar estos procesos en la Universidad.

### **1.4 Delimitación y Alcance**

Este proyecto se desarrollará dentro de las instalaciones de la Universidad Icesi. A nivel investigativo; se realizará una propuesta de intervención para que se adapte al Sistema de Gestión de la Salud y Seguridad en el Trabajo (SG-SST). De esta forma se busca comprender la definición y documentación de los procesos de Captación, potabilización y vertimiento de agua de la Universidad, identificando los factores de riesgo y peligros más relevantes que se encuentren en dichos procesos. El proyecto se terminará en un lapso de un año, siendo la fecha de entrega final el mes de Noviembre del 2015.

## **2 CAPITULO II. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

Contribuir a la aplicación del sistema de Gestión de la Salud y Seguridad en el Trabajo, en los procesos de captación, potabilización y vertimiento de agua en la Universidad ICESI, con el fin de brindar unas condiciones de trabajo seguras y saludables.

### **2.2 Objetivo del Proyecto**

Proponer una medida de intervención para mitigar los factores de riesgo más significativos, que se encuentran en los procesos de captación, potabilización y vertimiento de agua en la Universidad ICESI.

### **2.3 Objetivos Específicos**

**2.3.1** Documentar y validar los procesos de captación, potabilización y vertimiento de agua de la Universidad ICESI.

**2.3.2** Identificar y analizar los factores de riesgo más significativos que afronta el personal encargado de los procesos de captación, potabilización y vertimiento de agua.

**2.3.3** Proponer una medida de intervención para mitigar los factores de riesgo más significativos, que se encuentran en los procesos de captación, potabilización y vertimiento de agua en la Universidad ICESI.

## **3 CAPITULO III. Marco de referencia**

### **3.1 Estudios previos**

#### **3.1.1 Elaboración de procedimientos de trabajo seguro (PTS) para el proceso de mantenimiento eléctrico de la Universidad Icesi.**

La Universidad Icesi tiene un PGSSA que considera importante la administración para el manejo de la seguridad de sus colaboradores. Con antecedentes como la matriz de valoración de riesgos y peligros, la universidad conoce que existen fallas en el proceso de mantenimiento eléctrico. Por lo que éste es identificado como un proceso de alto riesgo, razón por la cual con esta investigación se busca plantear mejoras en las actividades críticas, dado que es de gran importancia para prevenir y reducir los accidentes de trabajo e igualmente para disminuir los costos relacionados (sanciones, incapacidades, etc.).

De esta manera se beneficiará el personal de la universidad ya que se proporcionará por parte de la institución, mejores condiciones de seguridad en el puesto de trabajo y tendrán pendientes las recomendaciones en el largo plazo, para el mejoramiento continuo en este aspecto. Finalmente la elaboración y documentación de los Procedimientos de Trabajo Seguro (PTS), permitirá establecer procesos y procedimientos que se deben seguir para realizar cada una de las actividades de manera segura, que además de favorecer al empleado contribuye a que el PGSSA, cumpla con estándares y normatividades colombianas. Al igual que los procedimientos en el área de mantenimiento eléctrico son de alto riesgo, los procesos de captación, potabilización y vertimiento representan un alto riesgo para los trabajadores y estos factores que afectan en la peligrosidad hacia el colaborador se deben mitigar o disminuir.

### **3.1.2 Estandarización de los procesos críticos de mantenimiento preventivo del sistema hidráulico de la Universidad ICESI.**

Este proyecto consiste en el mejoramiento de los procesos de mantenimiento preventivo del sistema hidráulico de la universidad Icesi. Como objetivos: documentar los procesos actuales que componen el sistema hidráulico de la Universidad, determinando la criticidad de los subprocesos y equipos que conforman el sistema. Como resultado de este proyecto se obtuvo la identificación completa de los componentes del sistema hidráulico de la Universidad, la clasificación y el análisis de criticidad que todo el proceso de potabilización de agua y el desagüe de pozos de achique; estandarizando así los procesos generales de funcionamiento y el paso a paso de las actividades de mantenimiento del sistema hidráulico.

Con este proyecto se logró el comienzo para la captación, potabilización y vertimiento correcto del agua que se trata dentro de las instalaciones de la Universidad, haciendo un detallado reconocimiento de los procesos de cada área que se involucraba con el manejo del agua; también se identificó y se aplicó la reglamentación que regía en el país para el manejo de agua para las Instituciones educativas.

### **3.1.3 Programa para la selección, uso y mantenimiento de los elementos de protección personal, en los procesos de jardinería y mantenimiento de la universidad ICESI.**

Este proyecto va dirigido a mejorar la seguridad industrial de la Universidad Icesi, realizando un programa para la protección de los trabajadores operativos de jardinería y mantenimiento y va dirigido a toda la comunidad de la universidad, debido a que todos pueden ayudar a hacer la inspección de estos elementos. Se realizó una investigación, sobre la salud ocupacional, sus ramas y la importancia de la seguridad industrial y que dentro de ésta se encuentran los elementos de protección personal que están divididos por tipo de protección (corporal, visual, cabeza, manos, auditiva, respiratoria y para pies) y que la falta de éstos, genera tanto accidentes, como enfermedades profesionales. Conjuntamente se investigó un marco legal donde se incluyen leyes, normas y resoluciones a las que se ve sujeto el Programa. Para esto se efectuó un diagnóstico para identificar, qué tenían, cuáles eran sus aspectos a mejorar, minimizando sus amenazas y debilidades. Con la implementación de este proyecto en la Universidad, es posible identificar rápidamente los factores de riesgo y peligros laborales que los trabajadores pueden tener por el no uso de los elementos de

seguridad industrial ya definidos y que también tiene relación con la captación, potabilización y vertimiento de agua dentro la Universidad.

### **3.1.4 Identificación de los factores de riesgo y propuestas de mejora relacionados con elementos de protección personal en la población en misión de la organización acción S.A (Regional Sur).**

Con este proyecto se pretendía identificar los factores de riesgo relaciones con el no uso de elementos de protección personal que puedan generar accidentes de trabajo, con el fin de recomendar en las personas sobre el adecuado uso, mantenimiento y cambio de los EPP y además proponer medidas de intervención en el medio y en la fuente, para la eliminación o minimización del riesgo.

Este proyecto de estudiantes de la Universidad Autónoma de Occidente nos puede guiar para generar herramientas y propuestas de evaluación y uso de los EPP para los trabajadores en los procesos de captación, potabilización y vertimiento de agua en la Universidad Icesi.

### **3.1.5 Evaluación de los factores de riesgo físicos ruido, estrés térmico e iluminación en los concesionarios de una plaza de mercado de la ciudad de Cali.**

En este proyecto se evaluaron los factores de riesgo físico ruido, estrés térmico e iluminación en una plaza de mercado, los cuales tienen relación con las actividades y los trabajadores que realicen esfuerzo físico, la iluminación que afecta la eficacia, comodidad y seguridad del trabajador; también se evaluó para mirar la cantidad de errores y la fatiga de los empleados. El ruido que era el factor que más afectaba este lugar, afecta el estado de ánimo como también daño en los oídos y disminución de la percepción auditiva.

Este proyecto de la Universidad Autónoma de Occidente nos puede servir para comprobar cómo en un área abierta, los diferentes factores atentan contra una población, cómo se puede medir la intensidad de exposición y las posibles mejoras que se pueden proponer.



## 3.2 Marco teórico

### 3.2.1 Procesos

Se define comúnmente proceso como el conjunto de actividades secuenciales o paralelas que se ejecutan sobre una entrada (insumo), para crear una salida (bien o servicio).

En el desarrollo de este Proyecto se inspeccionarán tres procesos, que hacen parte de las labores desarrolladas en la Universidad ICESI, con el fin de identificar los factores de riesgo más vulnerables que se pueden encontrar en ellos. A continuación se mencionan y se definen los procesos involucrados en el proyecto.

**Captación:** Es la recolección o acumulación y almacenamiento de agua, previo al proceso de tratamiento y potabilización de esta.

**Potabilización:** Es el proceso que se lleva a cabo sobre el agua para transformarla en agua potable y de esta manera hacerla absolutamente apta para el consumo humano.

**Vertimiento:** Es la descarga líquida que se realiza a una fuente de agua con o sin control.

Los diseños, las obras y los procedimientos correspondientes a estos procesos, deben cumplir con los requisitos técnicos mínimos estipulados en el "Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS" adoptado por la RESOLUCION No. 1096 de 17 de Noviembre de 2000 y garantizando la seguridad, durabilidad, funcionamiento adecuado, calidad, eficiencia y sostenibilidad del sistema que adelantan las entidades prestadoras de los servicios públicos municipales de acueducto, alcantarillado y aseo o quien haga sus veces.

### 3.2.2 Riesgo y Factor de riesgo

Se conoce como riesgo la probabilidad de suceder un hecho, a diferencia de los factores de riesgo que son todos los elementos, fenómenos, ambiente y acciones humanas, existentes en un área de trabajo que incrementan la probabilidad de ocurrir el suceso<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Universidad del Valle. Factores de riesgo ocupacional.  
<http://saludocupacional.univalle.edu.co/factoresderiesgoocupacionales.htm>

### **3.2.3 Clasificación factores de riesgo**

Existen ocho factores de riesgo que se pueden encontrar en un ambiente de trabajo. Un resumen de los factores de riesgo se ilustra en la Tabla 1.

#### **3.2.3.1 Factor de riesgo físico**

Son aquellos factores ambientales de naturaleza física (no mecánicos), que pueden provocar efectos adversos a la salud según sea la intensidad, exposición y concentración de los mismos. Algunos riesgos físicos son: ruido, vibraciones, temperatura, iluminación, radiaciones ionizantes (rayos x) y radiaciones no ionizantes (soldadura); estos factores a largo plazo causan sordera, hipotermia, cáncer, etc.

#### **3.2.3.2 Factor de riesgo químico**

Son todas las sustancias orgánicas e inorgánicas, naturales o sintéticas que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, pueden incorporarse al aire y entrar al organismo, mediante inhalación, absorción cutánea o ingestión, provocando intoxicación, quemaduras, irritaciones o lesiones sistémicas, dependiendo del grado de concentración y el tiempo de exposición.

#### **3.2.3.3 Factor de riesgo biológico**

Está compuesto por microorganismos vivos, que están presentes en determinados ambientes de trabajo y que al ingresar al organismo pueden desencadenar enfermedades infectocontagiosas, reacciones alérgicas o intoxicaciones. Los efectos que producen los agentes biológicos son enfermedades de tipo infeccioso y parasitario.

#### **3.2.3.4 Factor de riesgo ergonómico**

Los factores de riesgo ergonómicos dependen de las cargas de trabajo y de otras funciones como: cantidad, peso excesivo, mayor o menor esfuerzo físico o intelectual, duración de jornada y ritmos de trabajo.

#### **3.2.3.5 Factor de riesgo psicosocial**

Son aquellas condiciones que se encuentran en una situación laboral y que están directamente relacionadas con la organización, el contenido del trabajo y la realización de las tareas, y que afecta tanto el bienestar o la salud (física, psíquica y social) del trabajador, como el desarrollo del trabajo.

### 3.2.3.6 Factor de riesgo eléctrico

Se encuentra en los sistemas eléctricos de las máquinas, equipos e instalaciones locativas que conducen o generan energía dinámica o estática y que, al entrar en contacto con las personas pueden provocar quemaduras, según sea la intensidad y el tiempo de contacto.



### 3.2.3.7 Factor de riesgo mecánico







Este factor se enmarca dentro del denominado (ambiente mecánico del trabajo), es decir, los lugares o espacios de trabajo, las máquinas, las herramientas y demás objetos presentes en el desarrollo de las labores, que pueden producir: caídas, aplastamientos, cortes, atrapamientos o proyecciones de partículas en los ojos.

### 3.2.3.8 Factor de riesgo locativo

Son aquellos factores que se caracterizan por ser fuente de molestias o de posibles enfermedades para el trabajador debido al deficiente servicio, falta o estado inadecuado de sanidad locativa y ambiental deficientes.

**Tabla 1. Clases de factores de riesgo**

Tipo de riesgo	Factor de riesgo	Enfermedades
<p>Físicos</p> 	<p>Ruido Vibraciones Temperaturas extremas Iluminaciones radiaciones ionizantes (rayos x) radiaciones no ionizantes (soldadura)</p>	<p>Sordera Hipotermia Cáncer</p>
<p>Químicos</p> 	<p>Material particulado Gases Vapores Humos metálicos</p>	<p>Problemas pulmonares</p>

	Líquidos (químicos)	
<p>Bilógicos</p> 	<p>Virus Bacterias Hongos Parásitos Venenos</p>	<p>Infecciones Micosis</p>
<p>Ergonómicos</p> 	<p>Posturas inadecuadas. Sobre esfuerzo físico Diseño del puesto de trabajo</p>	<p>Túnel de carpo Lumbalgia lesiones discales deformaciones óseas</p>
<p>Psicosociales</p> 	<p>Trabajo monótono Trabajo bajo presión Jornada laboral extensa</p>	<p>Estrés laboral Malas relaciones personales Insomnio Aumento de accidentes</p>
<p>Eléctricos</p> 	<p>Alta tensión Baja tensión Electricidad estática</p>	<p>Quemaduras</p>
<p>Mecánicos</p> 	<p>Maquinas en funcionamiento Herramientas manuales</p>	<p>Caídas Aplastamientos Cortes</p>
<p>Locativos</p> 	<p>Superficies de trabajo Organización del área Estructuras Instalaciones Espacio de trabajo</p>	<p>Olores desagradables Acumulación de basura</p>

Fuente: Autores

### 3.2.4 Evaluación de riesgos.

De acuerdo con la Guía Técnica Colombiana (GTC45), la cual nos provee los procedimientos matemáticos para la evaluación de los riesgos a través del nivel de riesgo (NR), se debe realizar las siguientes operaciones para cada peligro encontrado en el estudio.

#### 3.2.4.1 Nivel de Probabilidad.

Para hallar el Nivel de Probabilidad (NP) primero se debe identificar el Nivel de deficiencia (ND) y el Nivel de Exposición (NE), para determinar ND y NE, véase las Tablas 2 y 3 respectivamente.

**Tabla 2. Determinación del Nivel de Deficiencia**

<b>Nivel de Deficiencia</b>	<b>Valor ND</b>	<b>Significado</b>
Muy Alto (MA)	10	Se ha(n) detectado peligro(s) que determina(n) como posible la generación de incidentes o consecuencias muy significativas, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo es nula o no existe, o ambos.
Alto (A)	6	Se ha(n) detectado algún(os) peligro(s) que pueden dar lugar a consecuencias significativa(s), o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es baja, o ambos.
Medio (M)	2	Se han detectado peligros que pueden dar lugar a consecuencias poco significativas o de menor importancia, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es moderada, o ambos.
Bajo (B)	No se asigna valor	No se ha detectado consecuencia alguna, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es alta, o ambos. El riesgo está controlado.

Fuente: GTC45

**Tabla 3. Determinación del Nivel de Exposición**

<b>Nivel de Exposición</b>	<b>Valor de NE</b>	<b>Significado</b>
Continua (EC)	4	La situación de exposición se presenta sin interrupción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral.
Frecuente (EF)	3	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.
Ocasional (EO)	2	La situación de exposición se presenta alguna vez durante la jornada laboral y por un periodo de tiempo corto.
Esporádica (EE)	1	La situación de exposición se presenta de manera eventual.

Fuente: GTC45

Una vez que identificados los valores de ND y NE se procede a calcular el Nivel de Probabilidad (NP) de esta forma,  $NP = ND \times NE$ . En la Tabla 4 se muestra la interpretación del NP.

**Tabla 4. Significado de los niveles de probabilidad**

<b>Nivel de Deficiencia</b>	<b>Valor ND</b>	<b>Significado</b>
Muy Alto (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continua, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alto (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en la vida laboral.
Medio (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. Es

		posible que suceda el daño alguna vez.
Bajo (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica, o situación sin anomalía destacable con cualquier nivel de exposición. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

Fuente: GTC45

### 3.2.4.2 Nivel de Riesgo.

Adicionalmente para calcular el Nivel de Riesgo (NR), se debe hallar el Nivel de Consecuencias (NC). En la Tabla 5 se ilustra la determinación del Nivel de Consecuencia.

**Tabla 5. Determinación del nivel de consecuencias**

Nivel de Consecuencia	NC	Significado
Mortal o Catastrófico (M)	100	Muerte (s).
Muy Grave (MG)	60	Lesiones o enfermedades graves irreparables (Incapacidad permanente parcial o invalidez).
Grave (G)	25	Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ILT).
Leve (L)	10	Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad.

Fuente: GTC45

Ya identificado el Nivel de Consecuencia, se procede a calcular el Nivel de Riesgo (NR), de esta manera  $NR = NP \times NC$ . En la Tabla 6 se muestra la interpretación del NR.

**Tabla 6. Significado del nivel de riesgo**

<b>Nivel de riesgo</b>	<b>Valor de NR</b>	<b>Significado</b>
I	4000 - 600	Situación crítica. Suspender actividades hasta que el riesgo esté bajo control. Intervención urgente.
II	500 - 150	Corregir y adoptar medidas de control de inmediato. Sin embargo, suspenda actividades si el nivel de riesgo está por encima o igual de 360.
III	120 - 40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	Mantener las medidas de control existentes, pero se deberían considerar soluciones o mejoras y se deben hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo aún es aceptable.

Fuente: GTC45

Una vez identificado el NR se procede a evaluar su aceptabilidad o no. En la Tabla 7 se muestra la aceptabilidad del riesgo.

**Tabla 7. Aceptabilidad del riesgo**

<b>Nivel de Riesgo</b>	<b>Significado</b>
I	No Aceptable
II	No Aceptable o Aceptable con control específico
III	Aceptable
IV	Aceptable

Fuente: GTC45

### **3.2.5 Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo**

La Salud Ocupacional hoy en día es una de las herramientas de gestión más importante, para el mejoramiento de la calidad de vida de los trabajadores en una organización; es ampliamente utilizada en todos los sectores, generando grandes



beneficios como prevención de enfermedades laborales, ambientes sanos de trabajo y disminución de costos generados por accidentes; es muy efectiva cuando está centrada en la generación de una cultura de seguridad engranada con productividad, desarrollo del talento humano, gestión de calidad, mejoramiento de procesos y condiciones adecuadas de puestos de trabajo.

En lo sucesivo a la Ley 1562 de 2012, se entenderá como el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST. Este sistema está orientado a lograr una adecuada administración de riesgos que permita mantener el control permanente de los mismos, en los diferentes oficios y que contribuya al bienestar físico, mental y social del trabajador y al funcionamiento de los recursos e instalaciones.

Tiene como objeto proporcionar un método para evaluar y mejorar los resultados en la prevención de los incidentes y accidentes en el lugar de trabajo por medio de la gestión eficaz de los peligros y riesgos en el lugar de trabajo.

El nuevo SG-SST debe convertirse en la guía de una política a la que se le hace seguimiento y mejora continua según lo mencionado por el Ministerio del Trabajo.

Siendo un sistema de gestión, sus principios deben estar enfocados en el ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar). Según lo contenido en el decreto 1443, dentro de los requisitos mínimos que deben cumplir las empresas tenemos:

- Planear la forma como debe mejorar la seguridad y salud de los trabajadores, detectando los errores que se están cometiendo o pueden ser sujetos de mejora y definir los pasos a seguir para remediar los problemas. Esto enmarcado en normatividad vigente y alineado con los principios organizacionales. **(Planear)**
- Implementación de las medidas planificadas. **(Hacer)**
- Inspeccionar que los procedimientos y acciones implementados están de acuerdo con los objetivos trazados. **(Verificar)**
- Realizar las acciones de mejora necesarias para garantizar beneficios en la seguridad y salud de los trabajadores. **(Actuar)**

En Colombia desde el año de 1979 se dio inicio a reglamentación en materia de salud ocupacional, dentro de las normas que la han regulado tenemos:

- **Resolución 2400 de 1979:** Mediante el cual se crea el estatuto de seguridad industrial.
- **Decreto 614 de 1984:** Creación de bases para la organización de la salud ocupacional.
- **La Ley 100 de 1993:** estableció la estructura de la Seguridad Social en el país, la cual consta de tres componentes como son:
  - El Régimen de Pensiones
  - Atención en Salud
  - Sistema General de Riesgos Profesionales.

Cada uno de los anteriores componentes tiene su propia legislación y sus propios entes ejecutores y fiscales para su desarrollo; el cimiento de esta Legislación es el Decreto Ley 1295 de 1994, mediante el cual se determina la organización y administración del sistema general de riesgos profesionales y cuyos objetivos buscan establecer las actividades de promoción y prevención tendientes a mejorar las condiciones de trabajo y salud de los trabajadores, fijar las prestaciones de atención en salud y las prestaciones económicas derivadas de las contingencias de los accidentes de trabajo y enfermedad profesional, vigilar el cumplimiento de cada una de las normas de la Legislación en Salud Ocupacional y el esquema de administración de Salud Ocupacional a través de las ARL.

- **Decreto 1443 de 2014:** Por medio del cual se dictan disposiciones para la implementación del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo (SG-SST). El cual fue remplazado y actualizado por el *decreto 1072 de 2015*, sin modificarse la documentación del anterior.

Este último decreto le da un vuelco total a la salud ocupacional en el país, pues a través de este se implementa el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), antiguamente llamado programa de salud ocupacional. Debe instaurarse en todas las empresas, por quienes contratan personal por prestación de servicios (civil, comercial o administrativo), las empresas de servicios temporales, las organizaciones de economía solidaria y del sector cooperativo.

- **Decreto 1575 del 2007:** Por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano. Con el fin de monitorear,

prevenir y controlar los riesgos para la salud humana causadas por su consumo, exceptuando el agua envasada.

- **Decreto 3930 del 25 de octubre del 2010:** Por el cual se reglamenta que se debe garantizar la calidad del agua para consumo humano y, en general, para las demás actividades en que su uso sea necesario. También reglamenta la prevención y control de la contaminación, en cunado a los residuos líquidos y sus disposiciones
- **Resolución 06331 del 7 de marzo del 2015:** Por el cual se establece los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público.
- **Guía general para la presentación del informe de caracterización de vertimientos líquidos:** En esta guía se presenta el paso a paso como la entidad que contrata el servicio de caracterización debe realizar, también la empresa que ejecuta la caracterización como debe realizar estos procedimientos y que documentos y requisitos deben cumplir.

### **3.2.6 Medidas de intervención**

Este proyecto se basará en lo establecido por la Guía Técnica Colombiana (GTC 45), la cual proporciona las directrices para identificar los peligros y valorar los riesgos en seguridad y salud ocupacional.

Para contribuir con la transformación del programa de Salud Ocupacional al Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, se realizara, un análisis crítico de los factores de riesgo más significantes en cada proceso, concluyendo y generando un diagrama de flujo en la adecuada ejecución de los procesos captación, potabilización y vertimiento de agua. También se dara recomendación para que en la ejecución de los procesos no se generen riesgos o se puedan mitigar.

## **4 CAPITULO IV. Metodología**

### **4.1 Documentar y validar los procesos de captación, potabilización y vertimientos de agua de la Universidad Icesi.**

Para poder realizar un buen procedimiento de documentación, validez y mejoramiento, que afecte la reducción de la probabilidad de riesgo, de forma real, se debe tener mucha claridad acerca de la forma cómo los distintos colaboradores ejecutan los procesos de captación, potabilización y vertimiento de agua, en los distintos puestos de trabajo; por medio de visitas e investigación, será mayor el nivel de conocimiento que permita analizar y concluir acerca de las tareas de dichos procesos con mejor criterio; esto a su vez, servirá de base fundamental para realizar un diagnóstico y consecutivamente establecer la propuesta de mejora. Para lo anterior, las actividades que se seguirán:

- Citar a una reunión con el personal encargado de las planta de potabilización, los pozos de captación y los el proceso de vertimiento para conocer las áreas generales de trabajo.
- Documentación de los procesos después del recorrido de campo.
- Investigar cómo se realiza una herramienta de validación de los procesos con los aspectos más relevantes y necesarios.
- Investigar sobre los riesgos en los procesos de captación, potabilización y captación de agua, sus consecuencias y medidas de protección.
- Inspeccionar y observar las diferentes actividades de los procesos de captación, potabilización y vertimiento de agua que se hace dentro de la Universidad.
- Documentar las observaciones en la herramienta de validación, haciendo un análisis de las similitudes y diferencias que se presentan en el proceso documentado y proceso que se ejecuta. Con esto generar conclusiones de los procesos y recomendación para posibles mejoras.

- Identificar el uso de los elementos de protección personal en cada uno de los procesos, evidenciando y analizando el daño del colaborador.

#### **4.2 Identificar y analizar los riesgos que se presentan en los procesos de captación, potabilización y vertimientos de agua.**

La Universidad Icesi en su objetivo de promover el bienestar de su mano de obra directa, con base en la GTC 45, tiene una matriz de valoración de riesgos y peligros para los procesos de captación, potabilización y vertimiento de agua, en donde se identifican procedimientos con ciertos niveles críticos que afectan al trabajador. Este proyecto se orienta hacia las anteriores actividades con el objetivo de hallar oportunidades de mejora. Por consiguiente lo primero que se hará es identificar en la matriz realizada previamente, las tareas críticas en estos procesos; lo anterior se realizará por medio del cumplimiento de las siguientes actividades:

- Leer la GTC-45 y la guía para la identificación de riesgos y peligros ocupacionales de la Universidad, para entender cómo se desarrolla la matriz de valoración de riesgos y peligros.
- Indagar con los colaboradores sobre las medidas de protección que utilizan y los procedimientos riesgosos que se llevan a cabo en los procesos de captación, potabilización y vertimiento de agua.
- Realizar las conclusiones de la inspección y de la indagación hecha a los colaboradores con herramientas de medición de riesgos.
- Sacar de la GTC-45 y la guía para identificación de riesgos y peligros ocupacionales de la Universidad el método y la formulación necesaria para realizar la matriz de valoración de riesgos y peligros, aplicándolo en los procesos de captación, potabilización y vertimiento de agua en la Universidad Icesi.
- Hacer un análisis aplicativo de los riesgos presentes en los procesos.
- Documentar los resultados de la matriz de riesgos y las conclusiones.

### **4.3 Proponer y plantear medidas de intervención para mitigar los factores de riesgo más significativos en los procesos de captación, potabilización y vertimiento de agua en la Universidad Icesi.**

Por medio de la búsqueda bibliográfica se espera encontrar una guía que ofrezca los lineamientos necesarios para la construcción de medidas de intervención y que lleven a la disminución y control de los factores de riesgo, además de la identificación de posibles mejoras, se generen recomendaciones para disminuir la probabilidad de riesgo que refleja la matriz de valoración de riesgos y peligros.

Las actividades que se desarrollarán serán:

- Identificar los factores de riesgo a mejorar en las diferentes actividades que conforman los procesos de captación, potabilización y vertimiento de agua.
- Buscar guías para desarrollar la medida de intervención escogida.
- Desarrollar planes de acción para los factores de riesgo en los procesos de captación, potabilización y vertimiento de agua.
- Determinar si la propuesta es válida a partir de la colaboración y sugerencias del tutor temático y de los encargados de realizar los procesos de captación, potabilización y vertimiento de agua.
- Realizar las correcciones pertinentes.
- Realizar las recomendaciones que no se incluyen en los planes de acción.

## **5 CAPITULO V. DESARROLLO DEL PROYECTO**

### **5.1 Documentación y validación de los procesos de captación, potabilización y vertimiento de aguas en la Universidad Icesi.**

En el comienzo del desarrollo de este proyecto, lo primero que se hizo, fue una reunión con los señores Darío Trujillo y Mauricio Viáfara Díaz Técnicos de Mantenimiento encargados del área donde se desarrollan las actividades de captación y potabilización, delegados de la universidad para hacer todos los procesos de mantenimiento preventivos y correctivos, garantizando que la universidad cuente siempre con agua apta para el consumo humano.

#### **5.1.1 Descripción de los procesos de captación, potabilización y vertimiento de agua en la Universidad Icesi.**

La planta de la Universidad ICESI fue construida hace 33 años aproximadamente. Inicialmente se pronosticaba que la potabilización del recurso hídrico sólo se realizaría para el bloque de edificios antiguos y un grupo universitario pequeño pero de acuerdo con su crecimiento durante los últimos años, ésta se ha adecuado de tal forma que pueda proveer el recurso para consumo humano a toda la comunidad, como también la creación de una nueva planta de tratamiento de agua potable. Con el crecimiento de la población que asiste a la Universidad también se desarrolló un sistema de desagüe de pozos de achique con el fin de evitar inundaciones en sectores específicos del campus y el crecimiento del sistema de vertimiento de aguas residuales.

A continuación se describe brevemente los procesos de captación de agua cruda y potabilización y vertimiento, donde el segundo proceso está conformado por los subprocesos de Precloración, Filtración, Postcloración, Almacenamiento y Distribución.

### **5.1.1.1 Captación**

La captación del recurso que alimenta la planta de tratamiento de agua No 1 se realiza a través de galería filtrante, una estructura construida en el suelo de aproximadamente 200 metros de tuberías perforadas con la finalidad de captar aguas subterráneas y conducirla al pozo principal, siendo el punto de acopio de los pozos Taller de diseño, Casa Orejuela y Jean Peage. Para la captación de agua que alimenta la planta de tratamiento de agua No 2 se utilizan los pozos CIDEIM, Casa Ocampo y Rocha. El proceso de captación se desarrolla canalizando el agua por medio de bombas sumergibles tipo lapicero marca Siemens (NSA 200 T) de 2 HP, que trabajan alternadas para enviarla hacia el tanque de mezcla rápida donde se realiza la clarificación del agua.

### **5.1.1.2 Potabilización**

#### **5.1.1.2.1 Precloración**

A medida que se extrae el agua desde los pozos principales “galería filtrante y Casa Ocampo” respectivamente para cada planta de tratamiento de agua hacia la primera etapa del tanque de mezcla rápida (un tanque para planta No 1 y dos tanques para planta No 2) se realiza el paso para la potabilización del agua que es la pre cloración, la cual se hace dosificando (MINI trom A plus 03/11.25414 capacidad máxima 100 PSI) solución de hipoclorito de sodio (solución desinfectante), además de un polímero (coagulante catiónico) que contribuye a la coagulación de residuos sólidos.

#### **5.1.1.2.2 Filtración**

En la segunda etapa se sedimentan las partículas sólidas y luego pasa por gravedad a la tercera etapa en donde, a través de una malla que cumple las funciones de filtro, retiene las partículas sólidas restantes.

Para retirar el agua de la planta y conducirla al último paso de potabilización se utilizan bombas de trasiego marca Barnes IRF3 097-2YB99 de 2 HP y bombas de trasiego marca Weg IC11/4-2-2 de 2 HP, la cual brindan la potencia al agua para pasar por el filtro de grava, arena y carbón activado. La filtración del agua se realiza por medio del filtro de grava, arena y carbón activado, y este funciona por la misma



presión con que llega el líquido y la gravedad por peso de la columna de agua. La grava y la arena funcionan como filtros mecánicos, es decir que retienen sólidos en suspensión en el agua.

El carbón activado se encarga de reducir sólidos suspendidos, olores, bacterias y otras sustancias químicas. Con la fuerza con que pasa el agua por el filtro se le conduce a los tanques de almacenamiento No.1 y No.2 para planta No 1 y tanques de almacenamiento No 6 y No 7 para la planta No 2.

### **5.1.1.2.3 Postcloración**

En este subproceso se le vuelve a suministrar la solución de hipoclorito en una bomba dosificadora (Milton Roy 06122286895-25 con capacidad máxima de 110 PSI.), procurando que el cloro residual esté dentro de los parámetros del decreto 1575 de 2007 sobre el sistema para la protección y la calidad del agua para consumo humano, decreto 1594 de 1984 sobre uso del agua y residuos líquidos y la resolución 2115 por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

### **5.1.1.2.4 Almacenamiento y Distribución**

El sistema de almacenamiento de agua tratada de la Universidad consta de siete tanques, de los cuales el tanque No.1 y el No.2 son para almacenar el agua recién tratada de planta No1. El tanque No.3 está ubicado en la torre, de donde se le distribuye a toda la universidad por gravedad. El tanque No.4 y el No.5 se encuentran ubicados en el sótano del edificio D y en el sótano del edificio L respectivamente. Finalmente los tanques No 6 y No 7 son para el agua recién tratada de la planta No 2, estos tanque son los que le proveen agua a todo el campus universitario. El agua tratada de la planta No 1 se almacena en los tanques No.1 y No.2, para conducir el agua hasta el tanque No.3 utilizan dos motobombas Siemens 8821811 de 6.6 HP que trabajan de forma alternada. Desde el tanque No.3 se distribuye el agua tratada a toda la universidad por gravedad. El agua se almacena en el tanque No.4, donde tres motobombas IHM 36 SA serie IMB07040960 y 1 hidroflo IHM SA serie 6TQ07040136 de 150 PSI llevan el agua hasta el cuarto piso del edificio D. La distribución del agua tratada en el edificio L funciona de la misma forma que la del edificio D y con los mismos equipos, con la diferencia que el agua se toma desde el tanque No.5, el cual está alimentado por el agua suministrada desde el tanque No.3, para la planta No 2 se

almacena el agua tratada en los tanques No 6 y No 7 que por medio de bombas Weg 1001 Z1FEV07 HI33367 de 3.7 Hp se distribuye a la red de agua de la zona deportiva, el edificio G y el edificio F.

**Tabla 8. Capacidad de los Tanques**

Tanque	Capacidad	Ubicación
Tanque No 1	96 m3	Contiguo a la Planta
Tanque No 2	42 m3	Contiguo a la Planta
Tanque No 3	46 m3	Tanque Torre
Tanque No 4	15 m3	Sótano Edificio D
Tanque No 5	30 m3	Sótano Edificio L
Tanque No 6	15 m3	Sótano Edificio G
Tanque No 7	15 m3	Sótano Edificio G

Fuente: Autores

### **5.1.1.3 Vertimiento**

Este proceso que tiene su sistema aparte del hidráulico, se encarga de conducir todas las aguas residuales hacia el colector principal de EMCALI. El desagüe de las aguas residuales de la Universidad inicia con la canalización de éstas en los baños, cocinas, cocinetas, cajas de aseo y cañerías. La Universidad cuenta con un tubo colector de aguas residuales por edificio, a estos colectores se conduce el agua por gravedad. Posteriormente se juntan los colectores en un tubo 38 que es el principal de la universidad, el cual canaliza todas las aguas residuales hasta el colector principal de EMCALI.

### **5.1.2 Documentación de los procesos de captación, potabilización y vertimiento de aguas en la Universidad Icesi**

Angélica María Borja, Jefe de Seguridad y Salud Ocupacional y Medio Ambiente y Juan David Uribe Alvarado, Auxiliar de Gestión Ambiental suministraron los diagramas de flujos documentados sobre los procesos de Captación, Potabilización y Vertimiento de agua, véase el Anexo (A).

Alejandra Díaz Jaramillo Analista de Gestión Ambiental proporcionó un documento que contenía, el proceso para solicitar y cotizar la caracterización de vertimiento de aguas.

### **5.1.3 Validación de los procesos de captación y potabilización de agua**

Por medio de una matriz, se validaron los procesos de captación y potabilización de agua. La matriz está conformada por dos columnas y dividida en dos partes, las columnas muestran a un lado la documentación y al otro la validación respecto a lo visto en la visita de campo; en la primera parte se evalúa el operario y en la segunda la zona de trabajo

A continuación se ilustra en le Tabla 9 la herramienta de validación.

**Tabla 9. Herramienta de Validación**

<b>Proceso Documentado</b>	<b>Actualmente en Ejecución</b>
<b>Operario:</b>	<b>Operario:</b>
<b>Lugar de trabajo:</b>	<b>Lugar de trabajo:</b>

Fuente: Autores

#### **5.1.2.1 Desarrollo de la herramienta de validación de los procesos**

La herramienta fue desarrollada para evidenciar las diferentes falencias que presentan los procesos de captación, potabilización y vertimiento de aguas en la Universidad Icesi; con esto se quiere dar a conocer las diferencia y similitudes entre los procesos documentados y validados por la universidad y cómo lo desarrollan los técnicos o los operarios en la zona de trabajo o puestos de trabajo.

### 5.1.2.2 Aplicación de la herramienta de validación.

Durante las visitas a las zonas de trabajo en compañía de los técnicos o profesionales asignados para realizar las tarea de campo, se iban preguntando los pasos ya documentados como se aplicaban y respecto a esto se hacia la relación de cómo se deben hacer los pasos o el ideal de los procedimientos con el real o como se está desarrollando las actividades actualmente.

### 5.1.3.1 Captación

La validación de este proceso se muestra en la Tabla 10.

**Tabla 10. Validación - Captación**

<b>Proceso Documentado</b>	<b>Actualmente en Ejecución</b>
<p><b>Operario:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar la lectura de los contadores para verificar el paso de agua normal.</li> <li>2. Verificación si los pozos tiene la suficiente agua para abastecer la universidad</li> <li>3. Revisar que los pozos no tengan suciedad y estén en buen estado.</li> <li>4. Verificar los pozos que no estén en el sistema si es necesario acoplarlos.</li> <li>5. Verificar que los tableros de control y las motobombas estén funcionando de manera correcta.</li> <li>6. Consolidación de los datos arrojados por los medidores por parte del personal encargado.</li> </ol>	<p><b>Operario:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. No se realiza la lectura de los contadores por parte del personal encargado.</li> <li>2. Se realiza la verificación del nivel de agua de pozos cuando se observa anomalías en el tanque de almacenamiento de agua cruda.</li> <li>3. Se realiza la revisión de pozos respecto a suciedades o estado del recubrimiento, cuando el personal así lo decide.</li> <li>4. El personal decide acoplar otro pozo si y solo si los pozos actuales no suplen la necesidad de agua.</li> <li>5. Se verifica diariamente el funcionamiento de las motobombas y los tableros de control.</li> <li>6. Se registra en bitácoras de inspección las actividades hechas por parte del personal encargado.</li> </ol>
<p><b>Lugar de trabajo:</b></p> <p>Los aljibes según la concesión de agua</p>	<p><b>Lugar de trabajo:</b></p> <p>Los aljibes de la Universidad tiene una</p>

<p>del DAGMA deben de estar 3.0 metros del suelo, para que el aprovechamiento promedio de agua sea de 1.5 L/s y no pase del régimen de operación de 14 horas/semanales.</p> <p>Actualmente están Reglamentados tres pozos de los siete donde la Universidad extrae el agua; siendo Galería filtrante el pozo de acopio donde se filtra por primera vez el agua cruda y se bombea a el tanque modificado para almacenamiento de agua cruda.</p>	<p>profundidad desde el nivel donde se hace la extracción del agua con moto bombas hasta la compuerta de entrada a cada uno de ellos de aproximadamente 2.6 metros, de esta forma cada vez que se tenga que hacer una intervención por mantenimiento o reparación deben bajar esta distancia.</p> <p>La galería filtrante fue el primer pozo donde se empezó a hacer la extracción de agua para la Universidad, pero durante su utilización han pasado varios años y se han interconectado varios pozos, siendo este pozo el punto de acopio para sacar con las moto bombas. Actualmente este pozo tiene muchos desperdicios orgánicos que taponan el filtro previo a entrar a la bomba de extracción.</p> <p>El tanque de mezcla fue una modificación que se realizó a un tanque que utilizaba en los inicios de la Universidad para realizar todo el proceso de potabilización.</p> <p>En la actualidad hay 7 pozos en la universidad pero solo 4 cumplen con la normatividad y los papeles en regla para que sean utilizados para la extracción de agua.</p>
--	---

Fuente: Autores

### **5.1.3.1.1 Análisis y conclusiones del proceso de Captación**

#### **Diferencias:**

Los procedimientos realizados por contratistas necesitan algunos cambios cuando así lo requiera el pozo examinado y tiene contratiempos, pero la medición de los contadores es realizado por el personal encargado.

**Similitudes:**

Los trabajos ejecutados por los operarios de mantenimiento de Icesi son: la verificación del nivel de pozos, revisión del tablero de control, motobombas y la toma de decisiones de acoplar otro pozo con en el acompañamiento del área administrativa.

**Conclusiones:**

En general se está realizando el proceso de captación de manera correcta de acuerdo con lo documentado, se encuentran algunas diferencias en el desarrollo de las diferentes actividades que no son relevantes o no afectan la productividad del proceso; por ejemplo se realiza la verificación del nivel de agua respecto a los tanques de almacenamiento y no respecto a los pozos, también las bitácoras se elaboran cuando el colaborador tiene disponibilidad y no cuando la actividad lo exige. Ya hablando de la reglamentación muchos pozos no están señalizados y no se encuentran a 2.6 metros como lo requiere la entidad reguladora DAGMA; debido a la sequía de los pozos del último semestre, el régimen de operación está en 36 horas/semanales y no en 14 horas/semanales. Se determina no reescribir la documentación debido a que el proceso tiene algunas variaciones pero como algunos procesos son tercerizados, estos no se describirán y documentarán ya que no pertenecen a la Universidad.

**Recomendaciones:**

Respecto a lo observado y a lo que tiene la Universidad documentado, no se encuentran muchas diferencias pero si en procesos en donde el colaborador se ve involucrado o un contratista que se puede mejorar respecto al alistamiento de los elementos de trabajo, seguridad y materiales, también se puede realizar mantenimiento productivos que agilicen todos los procesos en los que incurre para el buen funcionamiento de los pozos.

Se recomienda utilizar herramientas como Total Productive Maintenance (TPM) y Poka Yoke generando una herramienta o dispositivo que indique cuando la calidad del agua respecto a suciedades o microorganismos y que genere una alarma para realizar los mantenimientos, corrigiendo inmediatamente donde hay sector que no está limpio y alertar cuando sea necesario las limpiezas, bajo costos y mantenimiento innecesarios.

**5.1.3.2 Potabilización**

En la Tabla 11 se ilustra la validación del proceso.

**Tabla 11. Validación - Potabilización**

<b>Proceso Documentado</b>	<b>Actualmente en Ejecución</b>
<p><b>Operario:</b></p> <p align="center"><b>Precloración</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar que las motobombas, sus respectivos tableros de control y la dosificadora se encuentren en buen estado, de no ser así se deben realizar las acciones correctivas que correspondan.</li> <li>2. Verificar que el tanque de mezcla se encuentra en buen estado.</li> <li>3. Tomar muestra, para realizar las pruebas de cloro libre al agua para conocer su cantidad y proceder a la calibración de la dosificadora.</li> <li>4. Evaluar si el cloro libre está entre (1 – 1,5 mg/l) que es el rango permitido.</li> <li>5. Calibrar la dosificadora de solución, si el cloro libre no se encuentra en el rango permitido.</li> </ol> <p align="center"><b>Filtración</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tomar muestra de agua, para medir la turbiedad del agua con el tubímetro.</li> <li>2. Verificar si los resultados de la prueba de turbiedad se encuentra en el rango permitido.</li> <li>3. Si no se cumple con el rango reglamentado se debe realizar las siguientes actividades:</li> <li>4. Desconectar bomba dosificadora de hipoclorito de pre y post cloración.</li> <li>5. Inspeccionar y verificar válvulas para realizar retrolavado.</li> <li>6. Inspeccionar y verificar el agua que sale del retrolavado.</li> <li>7. Inspeccionar y verificar válvulas para realizar enjuague</li> <li>8. Inspeccionar y verificar el agua que</li> </ol>	<p><b>Operario:</b></p> <p align="center"><b>Precloración</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se realiza la verificación de motobombas, sus respectivos tableros y de la dosificadora.</li> <li>2. Se verifica que el tanque se encuentre en buen estado.</li> <li>3. Se muestrea para realizar las pruebas de cloro libre.</li> <li>4. Se verifica que el cloro se encuentre en el rango permitido.</li> <li>5. Se calibra la dosificadora en caso que se requiera</li> </ol> <p align="center"><b>Filtración</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se toma muestra para medir la turbiedad.</li> <li>2. Se verifica si los resultados de turbiedad se encuentran en el rango permitido.</li> </ol> <p>Las siguientes actividades se realizan en caso que se requieran:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Se desconecta bomba dosificadora de hipoclorito de pre y post cloración.</li> <li>4. Se inspecciona y verifica válvulas para realizar retrolavado.</li> <li>5. Se inspecciona y verifica el agua que sale del retrolavado.</li> <li>6. Se inspecciona y verifica válvulas para realizar enjuague.</li> <li>7. Se inspecciona y verifica el agua que</li> </ol>

<p>sale del enjuague.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>9. Conectar la bomba dosificadora de hipoclorito de pre y post cloración.</li> <li>10. Ubicar válvulas de filtro en posición de servicio</li> <li>11. Verificar estado de motobombas de trasiego y tablero de control.</li> <li>12. Consolidar datos en el formato unificado de potabilización, en donde se documenta el estado de los filtros utilizados.</li> </ol>	<p>sale del enjuague.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8. Se conecta la bomba dosificadora de hipoclorito de pre y post cloración.</li> <li>9. Se ubica válvulas de filtro en posición de servicio.</li> <li>10. Se Verifica estado de motobombas de trasiego y tablero de control.</li> <li>11. Se Consolida datos en el formato unificado de potabilización, en donde se documenta el estado de los filtros utilizados.</li> </ol>
<p><b>Post cloración</b></p>	<p><b>Post cloración</b></p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificación y revisión del estado de las motobombas, tablero de control y dosificadora.</li> <li>2. Verificación del estado de los tanques de mezcla.</li> <li>3. Toma de muestra y prueba de cloro libre en el agua, determinando la cantidad necesaria respecto a la reglamentación.</li> <li>4. Calibración de la dosificadora respecto a los parámetros legales.</li> <li>5. Recolección y consolidación de los datos en un informe técnico.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>Almacenamiento y Distribución</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisar los tanques y fijarse que el agua se encuentre en un nivel apropiado para la su distribución.</li> <li>2. Verificar que los tanques se encuentre en buen estado.</li> <li>3. Verificar que las válvulas se encuentren en buen estado.</li> <li>4. Observar el manómetro y verificar que la presión en los tanques sea correcta.</li> <li>5. Registrar los datos de consumo de</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se realiza la revisión diaria de todos los equipos, asegurando su normal funcionamiento.</li> <li>2. Se verifica que estén en buen estado y con un nivel alto de la solución de hipoclorito.</li> <li>3. Se toma la muestra de cloro libre en el agua y determina que cantidad añadir</li> <li>4. Se calibra la dosificadora respecto a los parámetros que el mismo auxiliar decide.</li> <li>5. Se recolectan los datos y se consolidan en el formato unificado de potabilización.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>Almacenamiento y Distribución</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se revisan los tanques y fijarse que el agua se encuentre en un nivel apropiado para la su distribución.</li> <li>2. Se verifican que los tanques se encuentre en buen estado.</li> <li>3. Se verifica que las válvulas se encuentren en buen estado.</li> <li>4. Se observa y verifica el manómetro de los tanques.</li> <li>5. Se Registra los datos de consumo de agua en el contador ubicado en la torre</li> </ol>



<p>agua en el contador ubicado en la torre principal</p> <p>6. Realizar las respectivas observaciones y datos del proceso de almacenamiento de agua potable.</p>	<p>principal</p> <p>6. Se realizar las respectivas observaciones y datos del proceso de almacenamiento de agua potable.</p>
<p><b>Lugar de trabajo:</b></p> <p>La primera etapa que comprende este proceso comienza con el tanque de mezcla rápida, mientras se realiza la precloración con la solución de hipoclorito que está en un taque totalmente hermético, pasando a otro parte del tanque donde se sedimentan las partículas solididad retenidas por una malla.</p> <p>Posteriormente pasa el agua a los filtros de grava, arena y carbono activado, dosificando nuevamente la solución de hipoclorito en un tanque con los filtros totalmente herméticos. Por último es bombeado a los tanques de almacenamiento de agua potable.</p>	<p><b>Lugar de trabajo:</b></p> <p>La primera entapa de este proceso comienza en un tanque para planta No 1 y dos tanques para planta No 2 que fueron adaptados para separar el agua según sus impurezas, en seguida se realiza en paralelo la solución de hipoclorito de sodio en un recipiente no adecuado para la realización de este. Posteriormente pasa el agua a los filtros de gravedad compuestos por tres niveles grava, arena y carbono activado. Luego se dosifica nuevamente la solución de hipoclorito de sodio en un recipiente no apto para el almacenamiento de esta. Terminado con el bombeo de agua potable a los tanque de almacenamiento.</p>

Fuente: Autores

### 5.1.3.2.1 Análisis y conclusiones del proceso de Potabilización

#### Precloración

#### Diferencias:

No hay diferencias respecto a lo documento, solo encuentran que algunos procedimientos no se realizan en el tiempo indicado.

### **Similitudes:**

- Se verifica que la dosificadora, las motobombas y el tablero de control estén en correcto funcionamiento pero no se realiza de manera predictiva.
- La verificación de cloro, del estado del tanque de mezcla y calibración de la dosificadora se realiza cuando el operario lo determina.

### **Filtración**

#### **Diferencias:**

Existentes diferencia cuando se decide realizar el proceso de desconectar las bombas dosificadoras, debido a que si se paran en un periodo determinado, no se trasfiere agua a los tanques de almacenamiento generando un posible desabastecimiento, por esto los operarios deciden o pasar más agua cruda directamente a los procesos de filtración de carbono activado y arena o de aumentar la cantidad de hipoclorito en los tanques de almacenamiento, estas decisiones se toman en el lugar de trabajo por el operario encargado.

#### **Similitudes:**

Los retrolavados, los enjuagues y la verificación de las motobombas de trasiego se realizan con las mismas instrucciones que dice la documentación planteada por la Universidad, pero por el semestre que se presenta actualmente hay muchos problemas por la poca cantidad de agua cruda captada y no hay suficiente tiempo para atender estos procedimientos semanales y se realiza ya de forma eventual o por corrección.

### **Postcloración**

#### **Diferencias:**

Se encontraron diferencias cuando el operario determina la cantidad de solución de hipoclorito para añadir después de la toma de cloro de agua libre, debido a que se realiza de una forma empírica donde el operario determina la cantidad sin tener en cuenta la reglamentación.

**Similitudes:**

Todos los procedimientos se cumplen respecto a lo documentado, de igual manera no existe un horario determinado para la verificación del estado de los tanques nivel de solución de hipoclorito y calibración de la dosificadora.

**Almacenamiento y Distribución****Diferencias:**

La diferencia más significativa estriba en que los datos del contador de agua normalmente no los realizan los operarios encargados del proceso de potabilización si no que los operarios que trabajan para el área de vertimientos hacen esta labor.

**Similitudes:**

La verificación del nivel de agua, el estado de las válvulas y el manómetro se realizan continuamente cumpliendo a cabalidad lo documentado. Esto se debe a que los operarios toman decisiones respecto a la calidad y cantidad del producto terminado que en este caso es el agua potable almacenada en los tanques.

**Conclusiones:**

Para el área y procesos que están dentro de potabilización, se puede decir que hay una completa normalidad respecto a lo documentado y el trabajo de campo. Durante todo el recorrido de observación y acompañamiento se vieron algunas diferencias y procedimientos diferentes al previamente definido por la Universidad que no afectan la productividad y la operatividad de las plantas de tratamientos de agua. Para los lugares de trabajo en la planta N1 se adaptó un tanque viejo para recibir el agua cruda de los pozos y para planta No 2 se adaptaron dos tanques de almacenamiento de agua para este mismo procedimiento; los tanques en donde se almacena la solución de hipoclorito no son herméticos y por último en la planta No1 los equipos de trabajo ya son muy viejos y los procedimientos de mantenimiento correctivo por los operarios son muchos. Por último se puede decir que no es necesario hacer correcciones a la documentación pero si hacer un mayor control sobre los operarios para que se cumplan a cabalidad los pasos.

### Recomendaciones:

- No hay mucho que cambiar o sustituir respecto a los procesos que se ejecutan en las plantas de tratamiento en la potabilización, pero si sería importante aplicar o seguir la filosofía Kaizen en donde se tengan mejoras mensuales para la productividad de las plantas, la calidad del agua y lugares de trabajo, la seguridad de los equipos y del personal. También la metodología Heijunka ayudaría a optimizar con los recursos que se cuentan, siendo los equipos, el personal, el dinero y el recurso hídrico los más utilizados.

### 5.1.3.3 Vertimiento

La validación de este proceso se muestra en la Tabla 12.

**Tabla 12. Validación - Vertimiento**

<b>Proceso Documentado</b>	<b>Actualmente en Ejecución</b>
<p><b>Operario:</b></p> <p><b>Proceso administrativo</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Identificación del laboratorio que tenga el mayor número de parámetros acreditados</li><li>• Solicitar cotización a diferentes laboratorios.</li><li>• Escoger un laboratorio.</li><li>• Programar la caracterización.</li><li>• Enviar a EMCALI documento de la fecha de la caracterización.</li><li>• Realizar la caracterización.</li><li>• Recibir los resultados del laboratorio.</li><li>• Hacer correcciones y enviar resultados a EMCALI.</li></ul>	<p><b>Operario:</b></p> <p><b>Proceso administrativo</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Identificación del laboratorio que cumple con las condiciones de la Resolución 0631/2015. Solicitar las cotizaciones a diferentes laboratorios.</li><li>• Reportar a la Jefe de Seguridad y Salud Ocupacional y Medio Ambiente Angélica Borja, para tomar la determinación de que laboratorio escoger.</li><li>• Escoger el laboratorio que cumple las condiciones necesarias.</li><li>• Programar la caracterización.</li><li>• Enviar a EMCALI documento de la fecha de la caracterización.</li><li>• Acompañamiento en el proceso de caracterización.</li><li>• Recibir los resultados y generar un informe donde se evidencia las</li></ul>

<p style="text-align: center;"><b>Proceso Operativo</b></p> <p><b>Caracterización:</b></p> <p>El proceso no se encuentra documentado y lo realizan contratistas de una empresa especializada en la caracterización de vertimientos de agua. Los pasos para realizar correctamente la caracterización se encuentran en la guía de EMCALI de vertimientos de agua.</p> <p><b>Toma de muestra de agua</b></p> <p>Es un proceso que realiza mensual pero no está documentando y solo se realiza para entregar el informe mensual del agua que vierte la Universidad a la alcantarilla de EMCALI</p>	<p>correcciones a realizar.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enviar resultados a EMCALI.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Proceso Operativo</b></p> <p><b>Caracterización:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Por parte del personal de Icesi se realiza una capacitación de 5 minutos sobre parámetros de seguridad y salubridad que deben presentar los contratistas para trabajar dentro de la Universidad.</li> <li>• El personal organiza el área con elementos de protección colectivo y de advertencia.</li> <li>• El personal contratista retira las tapas de alcantarillado en donde llegan los vertimientos.</li> <li>• Organizar los equipos de medición (micromolinete,ph-metro) respectivamente para medir la velocidad del agua y el ph.</li> <li>• Tomar muestras cada 20 minutos de 500 ml y almacenarla en frio.</li> <li>• Medir el ph, temperatura, volumen, tiempo, caudal y alícuota.</li> <li>• Realizar pruebas con HCL y H2SO4 y revisar los niveles de grasa.</li> <li>• Registrar en el formato las tomas de cada muestra</li> </ul> <p><b>Toma de muestra de agua:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se toma el agua cada 5 de cada mes para saber el consumo y por ende el vertimiento de agua de la Universidad.</li> <li>• Verificar la cantidad de agua que toma agua de los pozos.</li> <li>• Documentar la cantidad de agua tomada.</li> </ul>
---	--

<p><b>Lugar de Trabajo:</b></p> <p>El lugar de trabajo tiene que estar debidamente demarcado y señalizado para evitar accidentes a terceros, también deben ser de fácil abertura las tapas de alcantarillado.</p>	<p><b>Lugar de Trabajo:</b></p> <p>En el lugar de trabajo hay diferentes señalización y advertencias para los terceros, pero debido a que una de las alcantarillas esta por un paso vehicular, estos rodean la señalización a una velocidad moderada que puede generar algún daño al contratista. Esta misma alcantarilla presentaba un problema para el contratista sacarla debido a que tenía alquitrán en sus bordes y tuvieron que recurrir a una segunda barra (prestamos de la Universidad) para lograr abrirla.</p>

Fuente: Autores

### 5.1.3.3.1 Análisis y conclusiones del proceso de Vertimiento

Debido a que no existía una documentación previa de la Universidad o de la empresa contratista no se puede generar diferencia o similitudes respecto a lo que el contratista va a realizar. Por otro lado comparándolo con la guía de EMCALI para la caracterización de vertimientos líquidos, se encuentran similitudes respecto a que se debe garantizar que las muestras estén cubiertas con hielo para conservar los resultados, la jornada de monitoreo debe ser representativa respecto a las horas que está en funcionamiento el establecimiento, registro de la hora de cada muestra puntual, garantizar que los equipos estén con certificación y que midan el Ph, temperatura y caudal.

#### **Conclusiones:**

Para los procedimientos que tiene que ver con vertimientos se puede decir que la Universidad cumple con los protocolos de seguridad y salud, debido a que pide un registro previo de los contratistas con ARL, capacita de una forma rápida como pueden prevenir un accidente o incidente, rectifica que los contratistas cumplan con los elementos de protección y la herramienta necesaria para realizar los

procedimientos, indica los pasos a seguir o donde acudir si se presenta una emergencia o calamidad. Por parte de la empresa contratista no presenta las fichas técnicas de los elementos químicos a utilizar, el personal es capacitado y tiene la experiencia para realizar la caracterización, realiza los procedimientos adecuados y tienen el paso a paso muy bien definido haciendo que el proceso de alistamiento de toma de muestra se realice sin contratiempos y realizan la debida documentación para llevar las muestras al laboratorio. La documentación de estos procedimientos en la parte administrativa se encuentra y se hacen correctamente, por otro lado la caracterización es un proceso terciereado por lo cual está por fuera del alcance de este proyecto y solo se valida que el proceso este correcto y se identifican los riesgos a los que pueden estar expuestos los contratistas y los acompañantes pertenecientes a la Universidad en estos procedimientos.

### **Recomendaciones**

Para evaluar o saber si el procedimiento de caracterización es el más indicado para la Universidad se recomienda utilizar el modelo Kano donde se puede evaluar al contratista e Icesi como cliente la satisfacción respecto a calidad del servicio prestado, el procedimiento realizado, las medidas de seguridad tomadas, la convivencia con la comunidad universitaria, la herramienta, equipos utilizados y los resultados dados por el contratista. Por otro lado para mejorar el tiempo muerto que hace los contratistas de 17 minutos promedio para realizar la siguiente toma de muestra; recomendamos que este proceso se realiza en conjunto un operario de Icesi y un operario de la empresa contratista de esta forma el recurso humano se aprovecharía al máximo, aumentando los desplazamiento y el desgaste, pero con un costo mejor para la Universidad.

## **5.2 Identificación y análisis de los factores de riesgos más significativos en los procesos de captación, potabilización y vertimiento de aguas en la Universidad Icesi**

### **5.2.1 Recolección de Información**

Para desarrollar este objetivo se realizaron visitas de campo con el acompañamiento del personal encargado de los procesos que comprende la potabilización del agua, Darío Trujillo y Mauricio Viáfara Díaz, técnicos de mantenimiento. La encuesta se le aplicó a uno de los técnicos de mantenimiento y no a los dos, debido a que uno de ellos se encontraba con mucha carga de trabajo. Esto se hizo con el fin de identificar los factores de riesgo que ellos consideran que están expuestos al ejecutar sus tareas en los procesos de captación y potabilización. También se les aplicó la encuesta a los contratistas Jhoan Montaña, Félix Riascos y Hernán Espinosa, técnicos en manejo de aguas residuales, encargados de la caracterización de los vertimientos líquidos de la Universidad, la encuesta diligenciada se encuentra en el Anexo (B). Para la comparación cualitativa se elaboró una herramienta para identificar los riesgos que se observaron a través de las visitas a las instalaciones por parte de los autores. En la Figura 2 y en la Tabla 13, se presentan el modelo de encuesta aplicada y los riesgos identificados en las visitas de campo, respectivamente.











**Figura 2. Modelo de Encuesta Aplicada**

**Instrucción:** Marque con una "X" los riesgos que usted considere que se expone al realizar sus actividades.

Tipo de riesgo	Clasificación	Captación		Potabilización								Vertimiento	
				Precloración		Filtración		Postcloración		Almacenamiento y distribución			
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Físico	Ruido												
	vibraciones												
	Iluminación												
	Temperaturas extremas												
	Radiaciones ionizantes (rayos x)												
	Radiaciones no ionizantes (soldadura)												
Químico	Material particulado												
	Humos metálicos												
	Gases												
	Vapores												
	Sustancias												
Biológicos	Virus												
	Venenos												
	Bacterias												
	Hongos												
Ergonómicos	Parásitos												
	Posturas inadecuadas												
	Sobre esfuerzo físico												
Psicosociales	Diseño del puesto de trabajo												
	Trabajo monótono												
	Trabajo bajo presión												
Eléctricos	Jornada laboral extensas												
	Alta tensión												
	Baja tensión												
Mecánicos	Electricidad estática												
	Mecanismos en movimientos												
Locativos	Herramienta manuales												
	Superficies de trabajo												
	Organización del área												
	Estructuras												
Locativos	Instalaciones												
	Espacio de trabajo												

Fuente: Autores

**Tabla 13. Riesgos identificados en las Visitas de Campo**

Categoría	factor de riesgo	Captación	Precloración	Filtración	Postcloración	Almacenamiento y distribución	Vertimiento
<b>Físico</b> 	Ruido	X	X	X	X	X	X
	Vibraciones						
	Iluminación						X
	Temperaturas extremas						
	Radiaciones ionizantes (rayos x)						
	Radiaciones no ionizantes (soldadura)						X
<b>Químico</b> 	Material particulado						
	Gases						
	Vapores						
	Humos metálicos						
<b>Biológico</b> 	Sustancias	X	X		X	X	X
	Virus						X
	Bacterias	X				X	X
	Hongos	X				X	X
	Parásitos	X				X	X
<b>Ergonómico</b> 	Venenos						
	Posturas inadecuadas	X				X	
	Sobre esfuerzo físico	X					
<b>Psicosocial</b> 	Diseño del puesto de trabajo	X					
	Trabajo monótono						X
	Trabajo bajo presión						
<b>Eléctrico</b> 	Jornada laboral extensas	X	X	X	X	X	X
	Alta tensión	X	X	X			
	Baja tensión						
<b>Mecánico</b> 	Electricidad estática						
	Mecanismos en movimientos						
<b>Locativo</b> 	Herramienta manuales	X	X	X	X	X	
	Superficies de trabajo						
	Organización del área	X					
	Espacio de trabajo	X					

## 5.2.2 Identificación de Riesgos

En esta etapa se desarrolla un paralelo con los resultados cualitativos arrojados por las encuestas frente a los peligros identificados por los autores mediante la observación de las operaciones en el trabajo de campo; también se realiza un resumen con los de riesgos identificados, el cual es generado a partir de la unificación de las dos perspectivas. A continuación se muestran las tablas para cada proceso, las cuales contienen el paralelo y el resumen de los riesgos.

### 5.2.2.1 Captación

En la Tabla 14 se muestra el paralelo entre los resultados de las encuestas frente a lo identificado por los autores; y en la Tabla 15 se ilustra los riesgos identificados a partir de la unificación de ambas perspectivas.

**Tabla 14. Captación - Encuestados vs Autores**

<b>Tipo de riesgo</b>	<b>Encuesta</b>	<b>Autores</b>
<b>Físico</b>	Ruido	Ruido
<b>Químico</b>	Sustancias	Sustancias
<b>Biológico</b>	Bacterias	Bacterias
	Hongos	Hongos
	Parásitos	Parásitos
<b>Ergonómico</b>	Posturas inadecuadas	Posturas inadecuadas
	Sobre esfuerzo físico	Sobre esfuerzo físico
	Diseño del puesto de trabajo	Diseño del puesto de trabajo
<b>Psicosocial</b>	Jornada laboral extensas	Jornada laboral extensas
<b>Eléctrico</b>	Media tensión	Media tensión
<b>Mecánico</b>	Herramientas manuales	Herramientas manuales
<b>Locativo</b>	Espacio de trabajo	Espacio de trabajo
		Organización del área

Fuente: Autores

**Tabla 15. Captación - Riesgos Identificados**

<b>Tipo de riesgo</b>	<b>Clasificación</b>
<b>Físico</b>	Ruido
<b>Químico</b>	Sustancias
<b>Biológico</b>	Bacterias
	Hongos
	Parásitos
<b>Ergonómico</b>	Posturas inadecuadas
	Sobre esfuerzo físico
	Diseño del puesto de trabajo
<b>Psicosocial</b>	Jornada laboral extensas
<b>Eléctrico</b>	Media tensión
<b>Mecánico</b>	Herramientas manuales
<b>Locativo</b>	Espacio de trabajo
	Organización del área

Fuente: Autores

### **5.2.2.2 Potabilización**

Como se mencionó anteriormente este proceso está compuesto por 4 subprocesos, precloración, filtración, postcloración, almacenamiento y distribución. Estas operaciones igualmente que la anterior son ejecutadas por los técnicos de mantenimiento contratados por la universidad.

#### **5.2.2.2.1 Precloración**

En la Tabla 16 se muestra el paralelo entre los resultados de las encuestas frente a lo identificado por los autores; y en la Tabla 17 se ilustra los riesgos identificados a partir de la unificación de ambas perspectivas.

**Tabla 16. Precloración - Encuestados vs Autores**

<b>Tipo de riesgo</b>	<b>Encuesta</b>	<b>Autores</b>
<b>Físico</b>		Ruido
<b>Químico</b>	Sustancias	Sustancias
<b>Psicosocial</b>		Jornada laboral extensas
<b>Eléctrico</b>		Media tensión
<b>Mecánico</b>		Herramientas manuales

Fuente: Autores

**Tabla 17. Precloración - Riesgos Identificados**

<b>Tipo de riesgo</b>	<b>Clasificación</b>
<b>Físico</b>	Ruido
<b>Químico</b>	Sustancias
<b>Psicosocial</b>	Jornada laboral extensas
<b>Eléctrico</b>	Media tensión
<b>Mecánico</b>	Herramientas manuales

Fuente: Autores

#### 5.2.2.2 Filtración

En la Tabla 18 se muestra el paralelo entre los resultados de las encuestas frente a lo identificado por los autores; y en la Tabla 19 se ilustra los riesgos identificados a partir de la unificación de ambas perspectivas.

**Tabla 18. Filtración - Encuestados vs Autores**

<b>Tipo de riesgo</b>	<b>Encuesta</b>	<b>Autores</b>
<b>Físico</b>	Ruido	Ruido
<b>Psicosocial</b>		Jornada laboral extensas
<b>Eléctrico</b>		Media tensión
<b>Mecánico</b>		Herramientas manuales

Fuente: Autores

**Tabla 19. Filtración - Riesgos Identificados**

<b>Tipo de riesgo</b>	<b>Clasificación</b>
<b>Físico</b>	Ruido
<b>Psicosocial</b>	Jornada laboral extensas
<b>Eléctrico</b>	Media tensión
<b>Mecánico</b>	Herramientas manuales

Fuente: Autores

### 5.2.2.2.3 Postcloración

En la Tabla 20 se muestra el paralelo entre los resultados de las encuestas frente a lo identificado por los autores; y en la Tabla 21 se ilustra los riesgos identificados a partir de la unificación de ambas perspectivas.

**Tabla 20. Postcloración - Encuestados vs Autores**

<b>Tipo de riesgo</b>	<b>Encuesta</b>	<b>Autores</b>
<b>Físico</b>		Ruido
<b>Químico</b>	Sustancias	Sustancias
<b>Psicosocial</b>		Jornada laboral extensas
<b>Eléctrico</b>		Media tensión
<b>Mecánico</b>		Herramientas manuales

Fuente: Autores

**Tabla 21. Postcloración - Riesgos Identificados**

<b>Tipo de riesgo</b>	<b>Clasificación</b>
<b>Físico</b>	Ruido
<b>Químico</b>	Sustancias
<b>Psicosocial</b>	Jornada laboral extensas
<b>Eléctrico</b>	Media tensión
<b>Mecánico</b>	Herramientas manuales

Fuentes: Autores

#### 5.2.2.2.4 Almacenamiento y distribución

En la Tabla 22 se muestra el paralelo entre los resultados de las encuestas frente a lo identificado por los autores; y en la Tabla 23 se ilustra los riesgos identificados a partir de la unificación de ambas perspectivas.

**Tabla 22. Almacenamiento y distribución - Encuestados vs Autores**

<b>Tipo de riesgo</b>	<b>Encuesta</b>	<b>Autores</b>
<b>Físico</b>	Ruido	Ruido
<b>Químico</b>	Sustancias	Sustancias
<b>Biológico</b>	Bacterias	Bacterias
	Hongos	Hongos
	Parásitos	Parásitos
<b>Ergonómico</b>	Posturas inadecuadas	Posturas inadecuadas
<b>Psicosocial</b>		Jornada laboral extensas
<b>Mecánico</b>	Herramientas manuales	Herramientas manuales

Fuentes: Autores

**Tabla 23. Almacenamiento y distribución - Riesgos Identificados**

<b>Tipo de riesgo</b>	<b>Clasificación</b>
<b>Físico</b>	Ruido
<b>Químico</b>	Sustancias
<b>Biológico</b>	Bacterias
	Hongos
	Parásitos
<b>Ergonómico</b>	Posturas inadecuadas
<b>Psicosocial</b>	Jornada laboral extensas
<b>Mecánico</b>	Herramientas manuales

Fuente: Autores

### 5.2.2.3 Vertimiento

En la Tabla 24 se realizará un comparativo en donde se enseña el nivel de riesgo apreciado por los autores y la segunda muestra lo mismo pero desde la perspectiva de los empleados; y en la Tabla 25 se ilustra los riesgos identificados a partir de la unificación de ambas perspectivas. Es de aclarar que se encuestó a los tres contratistas que se hacen los procedimientos de caracterización.

**Tabla 24. Vertimiento – Encuestados vs Autores**

<b>Tipo de riesgo</b>	<b>Encuesta</b>	<b>Autores</b>
<b>Biológico</b>	Hongos, bacterias, virus y venenos	Bacterias, virus, parásitos y hongos
<b>Físico</b>	Iluminación	Radiaciones no ionizantes e iluminación
<b>Químico</b>	Sustancias	Sustancias
<b>Psicosocial</b>	Trabajo monótono y jornadas de trabajo extensas	Trabajo monótono y jornadas de trabajo extensas
<b>Locativo</b>	Superficies de trabajo	Superficies de trabajo

Fuente: Autores



**Tabla 25. Vertimiento – Riesgos Identificados**

<b>Tipo de riesgo</b>	<b>Clasificación</b>
<b>Biológico</b>	Hongos, bacterias y virus
<b>Físico</b>	Radiaciones no ionizantes e iluminación.
<b>Químico</b>	Sustancias
<b>Psicosocial</b>	Trabajo monótono y jornadas de trabajo extensas
<b>Locativo</b>	Superficies de trabajo

Fuente: Autores

### 5.2.3 Identificación de Controles Existentes

Para la identificación de los controles existentes para prevención de enfermedades y accidentes laborales, se tuvo en cuenta los riesgos identificados en cada proceso, para esto se elaboró una tabla para cada actividad, diligenciadas por los autores, por medio de lo observado en las visitas de campo y preguntas realizadas a los empleados.

#### 5.2.3.1 Captación

Los controles identificados en este proceso se muestran en la Tabla 26.

**Tabla 26. Captación - Controles Existentes**

<b>Factor de riesgo</b>	<b>Tipos de control</b>		
	<b>Fuente</b>	<b>Ambiente</b>	<b>Individuo</b>
Ruido	No existe	No existe	Uso de EPP, tapa oídos, botas de caucho, botas con puntera, gafas, caretas, respiradores, guantes y trajes desechables.
Sustancias			
Bacterias			
Hongos			
Parásitos			
Posturas inadecuadas			
Sobre esfuerzo físico	No existe	No existe	No existe
Diseño del puesto de trabajo			
Jornada laboral extensas			
Media tensión			
Herramientas manuales			
Espacio de trabajo			

<b>Observaciones</b>	Los controles no funcionan correctamente debido a que los colaboradores en la mayoría de tarea obvia los EPP y solo se les presentan capacitaciones esporádicas de prevención de riesgos.
----------------------	---

Fuente: Autores

### 5.2.3.2 Potabilización

De igual manera que en el proceso de captación, también se identificaron algunas irregularidades en los controles implementados para la ejecución de los subprocesos que componen el proceso de Potabilización, debido a que no existen los controles suficientes para cubrir todos los factores de riesgos identificados para cada operación, como se muestra en las Tabla 27, Tabla 28, Tabla 29 y Tabla 30.

Se sugiere la implementación de los controles de seguridad para los factores de riesgo faltantes, para promover un trabajo seguro y sano, en donde el más recompensado es la universidad, aumentándose la producción de agua potable.

#### 5.2.3.2.1 Precloración

**Tabla 27. Precloración – Controles Existentes**

Factor de riesgo	Tipos de control		
	Fuente	Ambiente	Individuo
Ruido	No existe	No existe	Uso de EPP, tapa oídos, caretas, respiradores y guantes.
Sustancias			
Jornada laboral extensas	No existe		Capacitación sobre uso de EPP acorde al riesgo
Media tensión			
Herramientas manuales			

Fuente: Autores

### 5.2.3.2.2 Filtración

**Tabla 28. Filtración – Controles Existentes**

Factor de riesgo	Tipos de control		
	Fuente	Ambiente	Individuo
Ruido	No existe	No existe	Uso de EPP, tapa oídos.
Jornada laboral extensas	No existe		Capacitación sobre uso de EPP acorde al riesgo
Media tensión			
Herramientas manuales			

Fuente: Autores

### 5.2.3.2.3 Postcloración

**Tabla 29. Postcloración – Controles existentes**

factor de riesgo	Tipos de control		
	Fuente	Ambiente	Individuo
Ruido	No existe	No existe	Uso de EPP, tapa oídos, respiradores y guantes.
Sustancias			
Jornada laboral extensas	No existe		Capacitación sobre uso de EPP acorde al riesgo.
Media tensión			
Herramientas manuales			

Fuente: Autores

#### 5.2.3.2.4 Almacenamiento y Distribución

**Tabla 30. Almacenamiento y Distribución – Controles Existentes**

factor de riesgo	Tipos de control		
	Fuente	Ambiente	Individuo
Ruido	No existe	No existe	Uso de EPP, tapa oídos, gafas, caretas, respiradores, guantes y trajes desechables.
Sustancias			
Bacterias			
Hongos			
Parásitos			
Posturas inadecuadas	No existe	No existe	Capacitación sobre uso de EPP acorde al riesgo.
Jornada laboral extensas			
Iluminación			
Herramientas manuales			

Fuente: Autores

### 5.2.3.3 Vertimiento

De igual manera se identificó los controles existentes para el proceso de vertimiento de agua. En la Tabla 31 se ilustra los controles encontrados.

**Tabla 31. Vertimiento – Controles Existentes**

Factor de riesgo	Tipos de control		
	Fuente	Ambiente	Individuo
Hongos	No existe	Señalización a terceros, asientos para el descanso durante la jornada laboral.	Para los contratistas tenían gafas, guantes, botas con punteras, tapa bocas, ARL y bata de protección para el cuerpo.
Bacterias			
Virus			
Radiaciones no ionizantes			
Iluminación			
Sustancias			
Trabajo monótono	Supervisión por parte del Ingeniero de la empresa contratista a sus empleados.	Acompañamiento de una persona de SOMA durante los procedimientos de entrada y adecuación de los contratistas.	Capacitaciones previas hechas por el personal de SOMA hacia los contratistas.
Jornadas de trabajo extensas			
Superficies de trabajo			
<b>Observaciones</b>	Durante la capacitación los contratistas mostraron sus elementos de protección, pero durante las actividades no las utilizaban. También se logró evidenciar que los carros o peatones sin importar la señalización pasaban muy cerca durante la realización de los procedimientos generando un riesgo para ellos mismos y para los contratistas.		

Fuente: Autores

### 5.2.4 Evaluación de los Riesgos

Para la valoración de los riesgos identificados, se diligenciaron las fichas de identificación de peligros y evaluación de riesgos, suministrada por la Universidad Icesi, en donde se resumen las actividades de cada proceso en dos grupos, habituales y esporádicas, asociadas con sus respectivos peligros; luego se procedió a realizar todo el procedimiento matemático expuesto en el marco teórico. Lo mencionado se encuentra en el Anexo (B) matriz de valoración de riesgos.

### **5.2.4.1 Captación**

#### **Actividades Habituales**

Dentro de la matriz de evaluación del nivel de riesgo de cada uno de los factores, identificamos que los riesgos Psicosociales, Ergonómicos y locativos representan un nivel de riesgo II y se aceptan con controles específicos, debido a que son factores como: jornadas laborales extensas, posturas inadecuadas, diseño del trabajo y espacios de trabajo que durante el desarrollo de estas actividades habituales no van generar un daño perjudicial al colaborador, debido a que no se presentan en todos los días laborales, los trabajadores tienen plena libertad de tomar un descanso cuando lo vean necesario y pueden adaptar los espacios respecto a la comodidad con la que ellos quieran trabajar. Por otro lado tenemos que, el factor de riesgo físico “Ruido” representa un nivel de riesgo II y se acepta con control específico, esto se debe a que durante todos los trabajos habituales en el área de captación está latente el ruido por las motobombas y los pozos, además los elementos de protección auditivos no son de constante uso por lo que la exposición es mayor. Los decibeles de ruido pueden superar los (75dB) y tener duraciones mayores a 3 horas siendo esto el causante de que se acepte este factor de riesgo pero con controles específicos.

#### **Actividades Esporádicas**

Para evaluar los riesgos de los factores de riesgo esporádicos, tendremos que exponer que los riesgos nivel II que son aceptables con controles específicos, son los ergonómicos por las posturas inadecuadas y el sobre esfuerzo debido a que no existe un control, pero no representa un daño grave para el colaborador porque no es constante la exposición; por otro lado los riesgos mecánicos al manejar herramientas manuales, se acepta también debido a que las herramientas son certificadas y se cambian cada vez que el colaborador vea una falencia. El ruido, también es aceptable con nivel II ya que las exposiciones no son durante mucho tiempo y los contratistas que hacen las actividades, utilizan sus elementos de protección personal; por último en el nivel II están las sustancias químicas. Este se valoró así porque el manejo de químicos se hace adecuadamente y se destapan los pozos durante 45 minutos antes del ingreso de cualquier personal para que circule el aire.

Los riesgos de nivel III son el locativo “Espacio de trabajo” y eléctrico “Media tensión”; estos se califican con esta aceptabilidad puesto que las áreas de trabajo son las únicas que existen y debe existir una aceptabilidad por los colaboradores y los contratistas

que participan en estas actividades y la alta tensión no se presenta debido a que están siempre presente los elementos de protección en las maquinarias.

Por último son aceptables los riesgos biológicos “bacterias, hongos y parásitos” ya que los contratistas o colaboradores que hacen el recorrido o trabajo en estos lugares, por más que utilicen los elementos de protección, están siempre expuestos y la cantidad de estos riesgos biológicos es mucha por la acumulación que se presenta en los pozos, por la poca frecuencia de estar en estos lugares; utilizando el Hipoclorito de sodio para limpiar este tipo de socavones el riesgo se mitiga antes del ingreso de los colaboradores o contratistas.

## **5.2.4.2 Potabilización**

### **5.2.4.2.1 Precloración**

#### **Actividades Habituales**

Para los procedimientos dentro de precloración se encontraron varios riesgos, de estos se sacó una clasificación entre lo observado y lo identificado por los colaboradores de las plantas de tratamiento; para calificar los riesgos se tomaron los dos criterios y resultó que la mayoría de riesgos en los procesos habituales son aceptables pero, necesitan un control específico. La clasificación dio que las sustancias utilizadas como el hipoclorito no son perjudiciales para el colaborador ya que se encuentran en recipientes y el contacto no es directo; también tenemos que las herramientas manuales como las llaves, alicates o martillos no representan un riesgo inminente para los colaboradores por lo que cambian la herramienta si su función no se cumple a cabalidad.

Por otro lado, ruido y vibraciones también se aceptan pero no se consideran dañinos o con alto riesgo por lo que la planta en esta etapa funciona 6 horas al día y se podría mitigar con la utilización de elementos de protección personal en los momentos que los colaboradores entren en los espacios de precloración de las plantas de tratamiento. Para terminar tenemos que las jornadas laborales extensas son aceptables debido a que se pueden intercalar entre los dos colaboradores que tiene la Universidad para atender los requerimientos de las plantas de tratamiento de agua potable.

### **Actividades Esporádicas**

En los procedimientos que se realizaban con cierta frecuencia intercalada se pudo determinar que las herramientas manuales y el ruido se consideraban aceptables pero que debían ser con controles específicos; estas calificaciones se dieron ya que en los momentos de realizar estos procedimientos, las herramientas son las mismas pero, con el mismo concepto que si existe algún daño funcional se cambian inmediatamente y por último el ruido se elimina en cierto modo con el apagado de las máquinas.

Por otro lado son aceptables y se consideran que no representan un riesgo que se deba intervenir: las vibraciones, las jornadas laborales extensas, alta tensión y las sustancias utilizadas. Estas clasificaciones se consideran aceptables por lo que no hay vibraciones, no hay alta tensión por lo que las máquinas se apagan en estos procedimientos y en la toma de la tensión, se utilizan los equipos necesarios para este procedimiento; las jornadas laborales y las sustancias solo se presentan cuando es necesario una intervención mayor o específica y las sustancias solo se utilizan cuando los tanques de la solución de hipoclorito necesitan recargarse o limpieza y en estos procedimientos no hay contacto directo con la sustancia.

#### **5.2.4.2.2 Filtración**

##### **Actividades Habituales**

Para los procedimientos habituales se encontró que las herramientas necesitan un control específico, debido a que la organización y la exposición de estos elementos en las áreas de trabajo, son muy visibles pero el trabajador dentro de sus jornadas laborales no siempre tiene presente dónde son los puntos de riesgo respecto a sus actividades; por otro lado durante las verificaciones de las motobombas y los tableros de control se presentan algunos ruidos y vibraciones durante el funcionamiento que no son constantes por lo cual se aceptan pero se debe generar un mayor control sobre ellos. Por último dentro de los habituales se considera, que las jornadas laborales extensas son aceptables debido a que se presentan en pocas ocasiones y se pueden repartir estas jornadas entre los colaboradores de las plantas de tratamiento de agua.

##### **Actividades Esporádicas**

Para estos procedimientos se dedujo que los manteamientos a las motobombas y tableros de control con la herramienta manual o eléctrica, se clasifican como aceptables pero con control debido, a que no tiene un procedimiento de cómo se



deben realizar y solo se basan en la destreza de los colaboradores que los realizan, el ruido durante estos mismos procedimientos es inminente y estarán presentes pero no superan los 75db permisibles; sabiendo que los cambios de los lechos filtrantes y los retro lavados son procedimientos que no afectan en gran medida a los trabajadores durante su ejecución, se consideran aceptables las vibraciones y la alta tensión que se puedan presentar pues, no son constantes y el contacto humano es mínimo por lo cual no hay alta tensión que pueda representar un daño. Al igual que los anteriores puntos se consideran aceptable las jornadas laborales extensas porque se pueden turnar y durante estas jornadas existen descansos de hasta 20 minutos.

### **5.2.4.2.3 Postcloración**

#### **Actividades Habituales**

Para los trabajos habituales en la última etapa de potabilización tenemos que, revisar que la cantidad de hipoclorito sea la indicada y tengamos el tanque de almacenamiento con este químico en condiciones aceptables; para estos procedimientos tenemos riesgos como sustancias que fueron catalogados como aceptables pero deben tener un control específico debido a que estos procedimientos no se realizan en áreas abiertas, por lo que un derramamiento es muy probable que suceda; por otro lado para la revisión de motobombas y tableros de control se tienen como riesgos aceptables pero con control específico en el manejo de herramienta, ruido y vibraciones. Todos estos riesgos se deben a que el espacio es muy pequeño dentro de las plantas de tratamientos de agua potable y la proliferación de ruidos y vibraciones es muy alta. Como último riesgo son las jornadas laborales extensas pero, como ya se había mencionado anteriormente no son constantes y se turnan entre los colaboradores.

#### **Actividades Esporádicas**

Para los procedimientos esporádicos como limpieza del filtro dosificador, testear el voltaje de los contadores de las maquinarias de las plantas de tratamiento y reparar las anomalías de los tableros de control, se encontraron riesgos que se aceptan pero, deben tener controles específicos como herramientas manuales y ruido; debido a que las máquinas tienen que seguir funcionando y el operario está expuesto a que ocurra un daño durante la revisión, existe la probabilidad de que en la manipulación de herramientas se presente un accidente y como en casi todos los procedimientos el ruido está presente y se puede mitigar con controles en la fuente o en el individuo.

Por otro lado tenemos los aceptables y que no requieren una intervención por parte del equipo desarrollador. Dentro de los cuales tenemos jornadas laborales extensas que como se ha dicho se pueden turnar estas horas y no son siempre que se desarrollan estos procedimientos. La vibración, la alta tensión y las sustancias tampoco se consideran un riesgo latente y los controles existentes son lo suficientemente efectivos para prevenir algún accidente o incidente. Esto se determina porque no hay contacto directo en la limpieza de dosificadores y cuando se reparan o se hace test de voltaje a los tableros de control.

#### **5.2.4.2.4 Almacenamiento y Distribución**

##### **Actividades Habituales**

Para este proceso solo se tiene un aceptable y son las jornadas laborales extensas, donde no afecta el trabajador por que el sistema puede autoabastecer continuamente los tanques de almacenamiento y siempre existe una reserva en los mismos; hablando de los aceptables pero con controles específicos, la vibración, el ruido, herramientas manuales y las sustancias, esto se debe a que la maquinaria no para y la vibración y ruido son latentes. Los controles existentes no son los adecuados, las herramientas durante la revisión de manómetros, chequeo de válvulas, motobombas y tableros de control pueden estar dañadas y generar atrapamientos o lesiones superficiales. Sabemos que durante la revisión y prueba del agua potable se utilizan sustancias con la que prueban la turbiedad, ph y cloro por lo que es latente que en la manipulación exista un descuido y pueda generar alguna afectación al colaborador.

##### **Actividades Esporádicas**

Para el procedimiento de lavado de tanques se tienen algunos riesgos aceptables y que no es necesario ser intervenidos como las jornadas laborales extensas, iluminación, material particulado, sustancias, bacterias, hongos y parásitos. Estos no se tienen en esta categoría debido a que se puede suplir, corregir o los controles existentes son los adecuados; por ejemplo en la iluminación se puede añadir iluminación artificial, las sustancias y material particulado se manejan con los elementos adecuados y no existe riesgo que durante la operación afecte al colaborador; las bacterias y demás riesgos biológicos son muy pocos, por los controles existentes durante el recorrido del agua hasta llegar a los tanques de almacenamiento, por lo cual existe una probabilidad muy baja de que hayan estos riesgos biológicos en los tanques. Por último tenemos que los riesgos aceptables con control específico son:

posturas inadecuadas, herramientas manuales, vibración y ruido. Estos se deben a que durante la limpieza hay algunos puntos donde se necesita mayor presión o esfuerzo por parte del colaborador y la herramienta que manipula puede caer, dañando la superficie del tanque o las extremidades del colaborador. El ruido y la vibración están latentes por lo que es un tanque vacío y genera ecos y una rápida proliferación de las vibraciones, ya que en estas operaciones hay tanques interconectados.

### **5.2.4.3 Vertimientos**

#### **Actividades Habituales**

Dentro de los trabajos o tareas habituales tenemos que todos son aceptables nivel II y se deben tener controles específicos que generen un mejor ambiente laboral; en estos tenemos psicosocial: “jornadas laborales extensas”, locativos: superficies de trabajo e instalaciones, físicos: “iluminación”. Todos estos se aceptan debido a que solo se debe tomar la muestra de agua 3 veces al día y lo hacen diferentes personas, además el lugar es de fácil acceso con escalera a una altura no mayor a 2 metros y se puede iluminar con luz artificial; por lo cual consideramos que no representan unos riesgos significativamente serios para el colaborador.

#### **Actividades Esporádicas**

Dentro de los esporádicos podemos encontrar que la gran mayoría de riesgos son aceptables con controles específicos de nivel II, dentro de estos tenemos a los biológicos “bacterias, hongos y parásitos”, que aunque pueden representar un daño grave para el colaborador si entra en su organismo, no se consideran de alto impacto porque los contratistas utilizan los elementos de protección personal y manejan el agua residual con recipientes y tarros que están a una distancia de más o menos 40 cm por lo que no se va presentar un derrame en la piel o ropa del contratista. Dentro de esta categoría también tenemos la iluminación como riesgo físico, instalaciones y superficies de trabajo como riesgo locativo y trabajo monótono como riesgo psicosocial. Todos estos se presentan durante la ejecución de las actividades pero por lo que un trabajo de máximo 3 minutos de ejecución y 17 minutos de espera no es necesario, que el lugar de trabajo tenga mayores controles, la iluminación es suficiente por lo que es trabajo superficial y diurno.

Los riesgos no aceptables de nivel I son las Radiaciones no Ionizante que son riesgo físico. Estos no se aceptan puesto que el trabajo de campo es totalmente abierto y

están expuestos todo el tiempo al sol, generando agotamiento y posterior insolación. Por otro lado las sustancias que manejan no tienen las fichas técnicas que solicita la Universidad para poder ingresarlas y utilizarlas dentro de las instalaciones; se observa durante el uso de éstas que no se utilizan los elementos de protección personal y se manipulan con los mismos elementos con que se toma la muestra de aguas residuales.

## 5.2.5 Aceptabilidad de los Riesgos

### 5.2.5.1 Captación

**Tabla 32. Aceptabilidad del Riesgo - Captación**

<b>Actividades</b>	<b>Tipo de Riesgo</b>	<b>Riesgo</b>	<b>Nivel de riesgo</b>	<b>Aceptabilidad del riesgo</b>
<b>Habituales</b>	<b>Psicosocial</b>	Jornada laboral extensa	20 - IV	<b>Aceptable</b>
	<b>Ergonómico</b>	Posturas inadecuadas	450 - II	Aceptable con controles específicos
		Diseño puesto de trabajo	450 - II	Aceptable con controles específicos
	<b>Locativo</b>	Espacio de trabajo	450 - II	Aceptable con controles específicos
	<b>Físico</b>	Ruido	450 - II	Aceptable con controles específicos
<b>Esporádicas</b>	<b>Ergonómico</b>	Posturas inadecuadas	150 - II	Aceptable con controles específicos
		Sobre esfuerzo físico	150 - II	Aceptable con controles específicos
	<b>Mecánico</b>	herramientas manuales	300 - II	Aceptable con controles específicos
	<b>Biológico</b>	Bacterias, Hongos, parásitos	50 - III	<b>Aceptable</b>
	<b>Físico</b>	Ruido	360 - II	Aceptable con controles específicos
	<b>Locativo</b>	Espacio de trabajo	120 - III	<b>Aceptable</b>
	<b>Eléctrico</b>	Media tensión	100 - III	<b>Aceptable</b>
	<b>Químico</b>	Sustancias	300 - II	Aceptable con controles específicos

Fuente: Autores

## 5.2.5.2 Potabilización

### 5.2.5.2.1 Precloración

**Tabla 33. Aceptabilidad del Riesgo - Precloración**

Actividades	Tipo de Riesgo	Riesgo	Nivel de riesgo	Aceptabilidad del riesgo
<b>Habituales</b>	<b>Químico</b>	Sustancias	150 - II	Aceptable con controles específicos
	<b>Mecánico</b>	herramientas manuales	450 - II	Aceptable con controles específicos
	<b>Físico</b>	Ruido	450 - II	Aceptable con controles específicos
	<b>Psicosocial</b>	Jornada laboral extensas	20 - IV	Aceptable
<b>Esporádicas</b>	<b>Mecánico</b>	Herramientas manuales	150 - II	Aceptable con controles específicos
	<b>Físico</b>	Ruido	150 - II	Aceptable con controles específicos
	<b>Psicosocial</b>	Jornada laboral extensa	20 IV	Aceptable
	<b>Eléctrico</b>	Media tensión	50 - III	Aceptable
	<b>Químico</b>	Sustancias	50 - III	Aceptable

Fuente: Autores

### 5.2.5.2.2 Filtración

**Tabla 34. Aceptabilidad del Riesgo - Filtración**

<b>Actividades</b>	<b>Tipo de riesgo</b>	<b>Riesgo</b>	<b>Nivel de riesgo</b>	<b>Aceptabilidad del riesgo</b>
<b>Habituales</b>	<b>Mecánico</b>	herramientas manuales	450 - II	Aceptable con controles específicos
	<b>Físico</b>	Ruido	450 - II	Aceptable con controles específicos
	<b>Psicosocial</b>	Jornada laboral extensas	20 - IV	Aceptable
<b>Esporádicas</b>	<b>Mecánico</b>	Herramientas manuales	150 - II	Aceptable con controles específicos
	<b>Físico</b>	Ruido	150 - II	Aceptable con controles específicos
	<b>Psicosocial</b>	Jornada laboral extensa	20 IV	Aceptable
	<b>Eléctrico</b>	Media tensión	50 - III	Aceptable

Fuente: Autores

### 5.2.5.2.3 Postcloración

**Tabla 35. Aceptabilidad del Riesgo - Postcloración**

<b>Actividades</b>	<b>Tipo de Riesgo</b>	<b>Riesgo</b>	<b>Nivel de riesgo</b>	<b>Aceptabilidad del riesgo</b>
<b>Habituales</b>	<b>Químico</b>	Sustancias	150 - II	Aceptable con controles específicos
	<b>Mecánico</b>	herramientas manuales	450 - II	Aceptable con controles específicos
	<b>Físico</b>	Ruido	450 - II	Aceptable con controles específicos
	<b>Psicosocial</b>	Jornada laboral extensas	20 - IV	Aceptable
<b>Esporádicas</b>	<b>Mecánico</b>	Herramientas manuales	150 - II	Aceptable con controles específicos
	<b>Físico</b>	Ruido	150 - II	Aceptable con controles específicos
	<b>Psicosocial</b>	Jornada laboral extensa	20 IV	Aceptable
	<b>Eléctrico</b>	Media tensión	50 - III	Aceptable
	<b>Químico</b>	Sustancias	50 - III	Aceptable

Fuente: Autores



#### 5.2.5.2.4 Almacenamiento y Distribución

**Tabla 36. Aceptabilidad del Riesgo – Almacenamiento Y Distribución**

<b>Actividades</b>	<b>Tipo de Riesgo</b>	<b>Riesgo</b>	<b>Nivel de riesgo</b>	<b>Aceptabilidad del riesgo</b>
<b>Habituales</b>	<b>Químico</b>	Sustancias	150 – II	Acceptable con controles específicos
	<b>Mecánico</b>	Herramientas manuales	450 – II	Acceptable con controles específicos
	<b>Físico</b>	Ruido	450 – II	Acceptable con controles específicos
	<b>Psicosocial</b>	Jornada laboral extensas	20 – IV	Acceptable
<b>Esporádicas</b>	<b>Ergonómico</b>	Posturas inadecuadas	150 – II	Acceptable con controles específicos
	<b>Mecánico</b>	Herramientas manuales	150 – II	Acceptable con controles específicos
	<b>Biológico</b>	Bacterias, Hongos, parásitos	50 – III	Acceptable
	<b>Físico</b>	Ruido	360 – II	Acceptable con controles específicos
	<b>Psicosocial</b>	Jornada laboral extensa	20 – IV	Acceptable
	<b>Químico</b>	Sustancias	50 – III	Acceptable

Fuente: Autores

### 5.2.5.3 Vertimiento

**Tabla 37. Aceptabilidad del Riesgo - Vertimiento**

Actividades	Tipo de Riesgo	Riesgo	Nivel de riesgo	Aceptabilidad del riesgo
<b>Habituales</b>	<b>Psicosocial</b>	Jornada laboral extensa	20 - IV	<b>Aceptable</b>
	<b>Físico</b>	Iluminación	450 - II	Aceptable con controles específicos
	<b>Locativo</b>	Superficie de trabajo	450 - II	Aceptable con controles específicos
<b>Esporádicas</b>	<b>Biológico</b>	Bacterias	360 - II	Aceptable con controles específicos
		Hongos	360 - II	Aceptable con controles específicos
		Parásitos	360 - II	Aceptable con controles específicos
	<b>Físico</b>	Radiación no ionizante	1080 - I	<b>No Aceptable</b>
		Iluminación	360 - II	Aceptable con controles específicos
	<b>Locativo</b>	Superficie de trabajo	300 - II	Aceptable con controles específicos
	<b>Psicosocial</b>	Trabajo Monótono	20 - IV	<b>Aceptable</b>
<b>Químico</b>	Sustancias	720 - I	<b>No Aceptable</b>	

Fuente: Autores

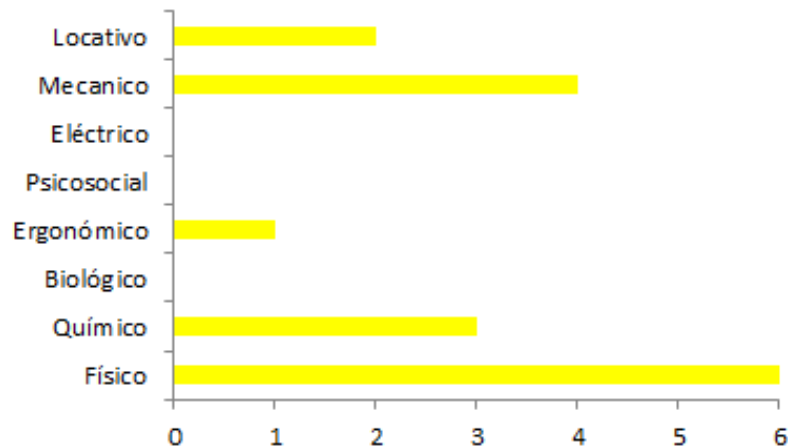
### 5.2.5 Riesgos Significativos

La identificación de riesgos significativos se realizó según las actividades, esporádicas y habituales para todo el proceso en general. Se tuvieron en cuenta los peligros que se encuentran con un nivel de riesgo entre (4000 – 600) y (500 - 150), donde estos rangos representan los riesgos no aceptables y aceptables con control específico, respectivamente.

#### 5.2.5.1 Actividades Habituales

En la Figura 3 se ilustra los tipos de riesgos aceptables con control específico identificados en las actividades habituales.

**Figura 3. Aceptables con control específico – Actividades Habituales**



Fuente: Autores

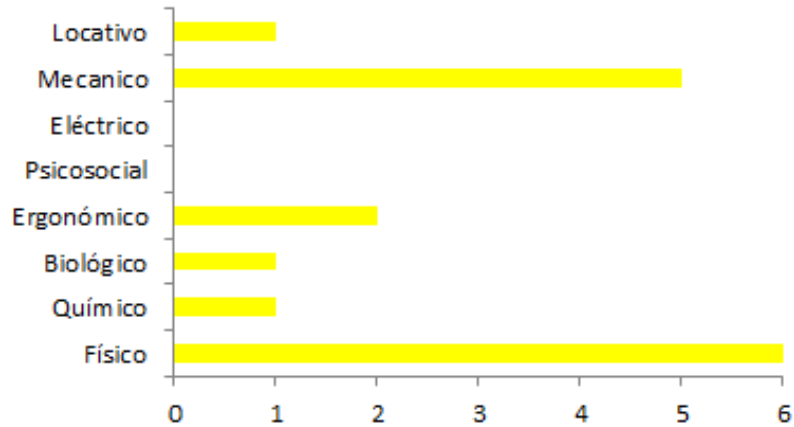
En la Figura 3, se aprecia que los riesgos que presentan mayor frecuencia en la ejecución de las actividades habituales que se llevan a cabo en todo el proceso de transformación de agua cruda en agua potable, los riesgos son los siguientes: locativos (superficie de trabajo y espacio de trabajo), mecánicos (herramientas manuales), ergonómicos (posturas inadecuadas y diseño del puesto de trabajo) químicos (sustancias) y físicos (ruido).

En estas actividades no se encontraron riesgos no aceptables.

### 5.2.5.1 Actividades Esporádicas

En la Figura 4 se muestra los tipos de riesgos aceptables con control específico y en la Figura 5 los riesgos no aceptables, identificados en este tipo de actividades.

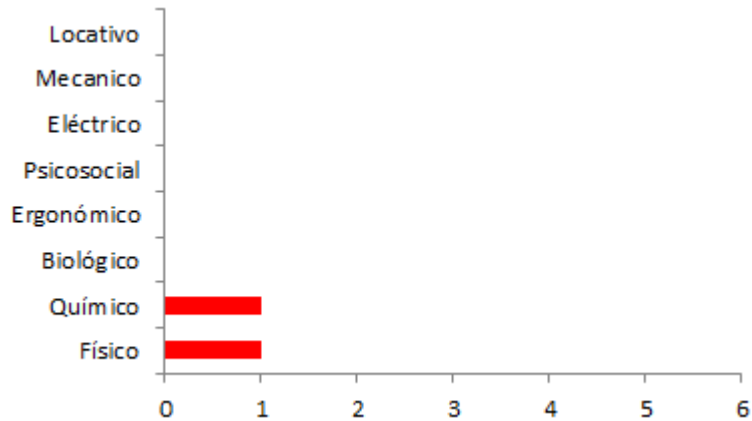
**Figura 4. Aceptables con control específico - Actividades Esporádicas**



Fuente: Autores

En la Figura 4, se aprecia que los riesgos que presentan mayor frecuencia a la hora de llevar a cabo las actividades esporádicas que comprende el proceso de transformación de agua cruda en agua potable, los riesgos son los siguientes: locativo (superficie de trabajo), mecánico (herramientas manuales), ergonómicos (posturas inadecuadas y sobre esfuerzo físico), biológico (bacterias, hongos y parásitos), químico (sustancias) y físico (ruido).

**Figura 5. No Aceptables - Actividades Esporádicas**



Fuente: Autores

En la Figura 5 se observa que el riesgo no aceptable encontrado en las actividades esporádicas es, físico (radiaciones no ionizantes).

Se realizara las recomendaciones pertinentes para los factores de riesgo más significativos que son: químico (sustancias), mecánicos (herramientas manuales) y físico (ruido), que son los que con mayor frecuencia se expone el personal encargado de la ejecución de todas las actividades que hacen parte del proceso de potabilización del agua. Es importante resaltar que para los peligros identificados en el proceso de vertimiento no se le realizarán propuestas de intervención, debido a que este proceso es tercerizado por un ente externo.

### **5.3 Propuesta de intervención para los factores de riesgo que se identificaron en los procesos habituales y esporádicos de captación, potabilización y vertimientos de agua**

La propuesta de intervención será realizada sobre los factores que se consideran que son aceptables y que no tienen una afectación mayor para el colaborador, pero que se podrían mejorar o los factores de riesgo aceptables pero con controles específicos. Para este proyecto se realizará un análisis para los riesgos químicos (sustancias), mecánico (herramientas manuales) y físicos (ruido). Siendo más explícitas las sustancias usadas durante todo el proceso para limpieza o para purificación del agua, las herramientas que tentativamente son usadas para los procedimientos realizados, pueden causar alguna lesión al colaborador, igualmente el ruido causado por la maquinaria en funcionamiento. Es de importancia tener en cuenta que los factores de riesgo se agruparon por cantidad de repeticiones en los procesos habituales y esporádicos y solo se evaluará el riesgo en general para cada una de las etapas en donde está presente. Para los factores de riesgo en los procesos de vertimiento se harán recomendaciones, siendo estos procesos tercerados por la Universidad.

#### **5.3.1 Propuesta de intervención para el tipo de riesgo químico (sustancias)**

En la realización de las tareas de lavado de tanques de almacenamiento de agua potable y de pozos de achique, como también en el uso de la sustancia purificadora que se le suministra a los tanques de agua cruda por medio de dosificadoras; el principal insumo que se usa para la ejecución de dichas operaciones es un líquido químico llamado hipoclorito de sodio ( $\text{NaOCl}$ ) que elimina bacterias, virus y hongos; por tal motivo los operarios son vulnerables a sufrir cualquier tipo de accidente o enfermedad laboral que se puede generar por medio de su mal uso. Debido a que estos riesgos están presentes y los colaboradores no usan los EPP que se les suministran para el manejo de sustancias químicas (guantes, respirador, gafas y traje) para prevenir la transmisión de enfermedades respiratorias o cutáneas; por lo tanto es necesario realizar una propuesta de mejora que ayude a mitigar o resolver este riesgo dentro de los procesos de captación y potabilización de agua.

En esta problemática que se desarrolla dentro de los procesos evaluados, se plantearán planes de acción para mitigar el riesgo químico en el ambiente laboral y en la protección individual del colaborador. Para el proceso de captación que en su gran

mayoría de actividades son tercerizadas por la Universidad, no es necesario una intervención en el medio, ya que en estos espacios subterráneos que están interconectados entre sí, generan corrientes de aire que con el tiempo dispersan y disipan los químicos utilizados para la limpieza y desinfección. Por otro lado las actividades dentro de los procesos de potabilización en la planta N° 1, no se deben realizar controles en el medio, debido a que este proceso se desarrolla en áreas que no se encuentran cerradas y están arriba de los tanques de almacenamiento N° 1 y N° 2 por lo cual tiene un buen flujo de corrientes de aire; en el área de la planta N° 2 existen los mismos procesos de potabilización, pero estos están bajo un ambiente cerrado y sin circulación de aire. Para cumplir con el propósito de mitigar la propagación de estas sustancias en el ambiente de la planta N° 2, se plantea comprar un extractor de 15" como el que se muestra en la Figura 6, el cual tiene un costo de \$260.000 y \$55.000 de instalación. Para la adecuación de este equipo es necesario que un asesor inspeccione con anterioridad el lugar para una apropiada instalación, esto es posible con el apoyo del equipo SOMA y los colaboradores de los procesos, debido a que estos pueden aportar para definir el lugar donde se debe colocar el extractor.

**Figura 6. Extractor - Propuesto**



Fuente: AIRETECNICA S.A.

En cuanto la implementación de controles en el individuo también se debe contar con la participación de SOMA para hacer una intervención de tipo administrativo, realizando capacitaciones ya sea contratando empresas que dicten charlas sobre la seguridad con el manejo de sustancias a un costo de \$60.000 la hora o realizarlas con el personal de planta de la Universidad.




Se considera que los temas a tratar en un ciclo de 3 sesiones de una hora sean de la siguiente:

- Introducción para el manejo de sustancias químicas en áreas confinadas y abiertas.



- Capacitación para el buen manejo de sustancias químicas donde incluya: uso adecuado de los elementos de protección personal para químicos, la importancia de los elementos de protección químicos y manejo de sustancias químicas para limpieza, desinfección y uso en los procesos de captación y potabilización de agua.
- Capacitación practica de prevención de riesgos y uso de sustancias químicas donde se incluya: Riesgos y enfermedades profesionales relacionadas con las sustancias químicas, explicación practica de las posibles puntos críticos donde se puede generar una emergencia, procedimientos para atender una emergencia química y practica explicativa de la utilización de sustancias químicas en los procesos para el tratamientos de agua.

Para complementar se deben realizar visitas a las plantas, donde se profundice y se eduque al personal de cómo y cuáles EPP usar a la hora de manipular hipoclorito de sodio y asegurarse de que los operarios estén utilizando los elementos adecuados para la manipulación de esta sustancia; en caso de que sean sorprendidos manipulando el hipoclorito de sodio sin protección se les deberá realizar una sanción pedagógica, en donde expongan en un informe la importancia de utilizar los EPP adecuados para la manipulación de sustancias químicas, en la Tabla 38, se muestra los elementos de protección personal y la lista de chequeo que debe diligenciar SOMA en la inspección de los elementos de protección personal para el manejo de químicos.

**Tabla 38. Lista de Chequeo - Verificación de Uso de EPP**

 <b>Verificación uso de EPP</b>				
Fecha:	Planta:			
EPP exigidos para la operación	Utilización		Si esta en uso, es utilizado de forma correcta	
	Si	No	SI	No
Guantes 				
Gafas 				
Respirador				



				
<p>Traje</p> 				
<p><b>Observaciones:</b></p>				

Fuente: Autores

### 5.3.2 Propuesta de intervención para el tipo de riesgo físico (Ruido)

Para describir la estrategia o el plan de acción que se propone realizar, se debe primero conocer que el ruido causado en los procesos de captación es debido a la existencia de bombas sumergidas, que generan ruido y se expande rápidamente en el área confinada que son los pozos; por otro lado están los procesos en las plantas de potabilización, en donde el ruido es latente por la cantidad de bombas que existen en estas áreas; para la planta N° 1 tenemos que la maquinaria es más antigua y por lo cual el desgaste ha sido mayor, pero está en un espacio abierto y para la planta N° 2 sabemos que tiene bombas nuevas que por estar ubicadas en un sótano, la proliferación del ruido es más rápida y más intensa. Comprobando que los niveles de ruido y la exposición a éste superaban los decibeles establecidos por la normas de control de ruido, se realizaron las pruebas pertinentes, en donde la planta N° 1 tuvo un promedio de 78.2 DB y para la planta N° 2 tuvo un promedio de 90.85 DB siendo 75DB Diurnos permitidos para sectores industriales.

Para esta problemática o riesgo físico se plantea en primer lugar realizar aislamientos a cada una de las bombas; teniendo bombas sumergibles o de trasiego, la propuesta que se plantea es utilizar el sistema constructivo en PVC ilustrado en la Figura 7, que por sus componentes y las cámaras entre paneles es buen aislante térmico y acústico. Para esto se necesitarían 32 metros cuadrados a un costo de \$120.000 el metro cuadrado y \$15.000 la instalación por metro cuadrado, con esto se reduciría el nivel de ruido a los niveles permisibles, contribuyendo a un buen ambiente laboral.

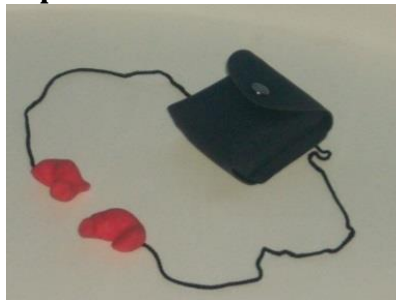
**Figura 7. Panel PVC – Propuesto**



Fuente: Azembla S.A

Para realizar un plan de acción que proteja la integridad del individuo se debe invertir y en los tapa oídos anatómicos personales que disminuyen hasta un 40% los decibeles que se presentan en estas áreas y el costo no supera los \$20.000 por unidad, para mayor claridad del elemento de protección, se ilustra en le Figura 8.

**Figura 8. Tapa Oídos Anatómicos – Propuestos**



Fuente: Laser – Mac S.A.S.

Para la realización de estos controles es importante tener la asesoría de personal capacitado en el manejo de sistemas constructivos de PVC y de la resina utilizada para los tapa oídos anatómicos, la Universidad debe comprar el producto y el servicio debido a que el personal que se encarga de la seguridad y salud en el trabajo no tiene conocimiento de la utilización e implementación para prevenir las consecuencias del ruido. El personal encargado de los procesos de captación y potabilización serán capacitados para el mantenimiento de los paneles de PVC y en el momento de la

compra de los tapa oídos, se presentará una charla sobre la importancia del uso de éstos durante la exposición al ruido; los costos de las capacitaciones están incluidos en el costo del producto, haciendo énfasis en el cuidado de los oídos y en el mantenimiento del material anatómico. De esta manera el ruido seguirá siendo latente pero las personas directamente involucradas serán protegidas adecuadamente mitigando este riesgo.

### 5.3.3 Propuesta de intervención para el tipo de riesgo mecánico (herramientas manuales)

El personal encargado de los procesos que comprenden la potabilización del agua, cuenta con un kit de herramientas manuales para realizar mantenimiento y reparaciones a la maquinaria (moto bombas) y a tuberías. A la hora de ejecutar estas tareas los empleados se exponen a ciertos riesgos que pueden generar daño en su integridad física. Para esto se elaboró una tabla donde se exponen las herramientas utilizadas con sus respectivas causas posibles de accidentes y los efectos que pueden ocasionar, véase la Tabla 39.

**Tabla 39. Herramientas Manuales**

<b>Tipos de herramienta</b>	<b>Posibles causas de accidentes</b>	<b>Efectos posibles</b>
Martillos	Mangos sueltos, Cabezas flojas o agrietadas y uso inadecuado	Golpes, lesiones oculares
Cinceles	Cabezas astilladas, barras cortas y uso inadecuado	lesiones oculares
Bisturí	Hojas desafiladas, mangos rotos o agitados y uso inapropiado	Cortes
Tenazas	Mangos en mal estado, poco filo de la parte córtate y mal uso	Esquinces por sobre esfuerzos
Alicates	Mangos en mal estado, poco filo en la parte cortante y uso inadecuado	Esquinces por sobre esfuerzos
Destornilladores de pala y estrías	Mangos sueltos y partidos, puntas astilladas o partidas y uso inadecuado	Golpes, abrasión
Llaves: de expansión, de tubo, de estría y de boca fija	Bocas o estrías gastados, deformados o con grietas y uso inadecuado	Golpes, abrasión
Pinzas	Mal estado de mangos, poca presión para apretar y uso inadecuado	Esquinces por sobre esfuerzos

Sonda acerada	Mal estado y uso incorrecto	Golpes
---------------	-----------------------------	--------

Fuente: Autores

Para mitigar los riesgos que se generan del uso de herramientas manuales se presenta el siguiente plan de acción:

Se debe implementar tanto para las actividades habituales como para las esporádicas, controles en la fuente y en el individuo, ya que en estas actividades se realizan operaciones que involucran la utilización de las herramientas manuales mencionadas en la Tabla 39.

Para llevar a cabo la implementación de los controles en la fuente se debe realizar una intervención administrativa por parte de SOMA que es el responsable de velar por la seguridad e higiene del trabajador, realizando inspecciones periódicas en las plantas de tratamiento de agua potable, verificando que las herramientas se encuentren en buen estado y de no estarlo sustituir las por unas nuevas, en caso de que se requiera renovar el kit de herramientas manuales de marca Red Line como el que se muestra en la Figura 9, tiene un costo de \$239.900.

**Figura 9. Kit de Herramientas Manuales - Propuesto**



Fuente: Homecenter

De igual manera se debe contar con la participación administrativa de SOMA para la implementación de los controles en el individuo, realizando capacitaciones a los empleados o contratando empresas que capaciten al personal para el correcto uso de herramientas, donde se les instruya cómo usar de modo adecuado las herramientas manuales y el uso respectivo de elementos de protección personal (EPP) para cada una de las herramientas; el tiempo de las capacitación debe ser de una hora, ya que

este el tiempo en donde la persona presta la mayor atención al expositor, además el costo de estas serán de \$60.000 la hora si se contrata una empresa externa y si no deben ser integradas al cronograma de capacitaciones anuales de la casa SOMA a sus colaboradores. Es importante que se le suministre los EPP ilustrados en la Figura 10, al colaborador, como los son los guantes de cuero para protegerlo de cualquier corte, golpe o abrasión y las gafas de seguridad para prevenir lesiones oculares, estos elementos tienen un valor de \$15.000 y \$40.000 respectivamente. Para un desarrollo eficiente de los procesos y una poca repetitividad de los accidentes o incidentes es importante exigir al empleado el uso de los EPP a la hora de ejecutar cualquier actividad asociada con la utilización de herramientas de mano.


**Figura 10. EPP - Propuestos**



Fuente: Home Center

Es importante aplicar estos controles debido a que el mal estado de las herramientas de mano y no usar los EPP, son unas de las principales causas de accidentes, por lo cual en la Tabla 40, se muestra la lista de chequeo que debe utilizar el personal de SOMA en las inspecciones para enterarse del estado de las herramientas.

**Tabla 40. Lista de Chequeo - Verificación del Estado de Herramientas Manuales**

Verificación de estado herramientas manuales 		
Fecha:	Planta:	
Herramientas manuales	Estado	
	Bueno	Malo
Martillos		
Cinceles		
Bisturí		
Tenazas		
Alicates		
Destornilladores de pala y estrías		

Llaves: de expansión, de tubo, de estría y de boca fija		
Pinzas		
Sonda acerada		
<b>Observaciones:</b>		

Fuente: Autores

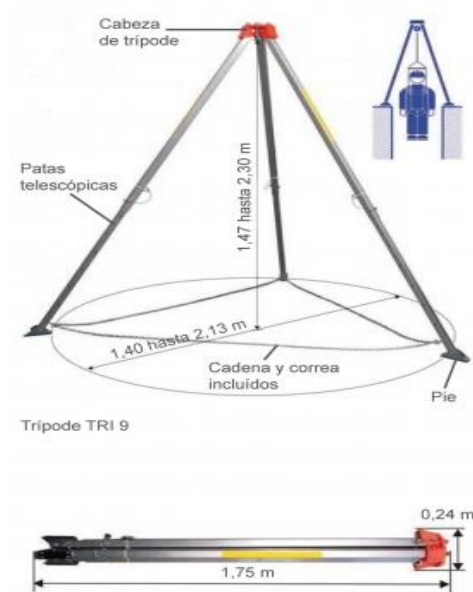
### 5.3.4 Propuesta de intervención para la prevención de riesgos en los procesos tercerizados

Debido a que existen actividades que hacen parte del proceso de tratamiento de agua potable que se realizan por terceros, es importante realizar diferentes metodologías o implementar nuevas herramientas para el cuidado de éstas personas durante las ejecuciones de sus labores dentro de las instalaciones de la Universidad. Por tal motivo es importante incluir durante las capacitaciones de manejo de sustancias químicas a los contratistas, siempre presentarles la cartilla para contratistas Anexo D y por ultimo como en la mayoría de los casos son caracterización de aguas crudas o residuales, comprar un trípode de salvamento como el que se muestra en la Figura 11; éste equipo debe ser adquirido por la casa SOMA para las tareas confinadas que se realizan en los pozos y que puede ayudar a la extracción oportuna de una persona si es de requerirlo, las características necesarias son que sean con pie de aluminio liviano y ajustable con mosquetón de polea y la cadena para las patas es uno de los tres componentes sistema de trípode de salvamento en espacios confinados. Debe ordenarse los tres componentes para un sistema completo, con costo de \$750.000 incluida la capacitación para su correcta utilización.

#### **Beneficios:**

- Solución económica y de instalación sencilla para rescate y recuperación en espacios confinados.
- Elaborado con aluminio.
- Liviano para transportar.
- Ofrece versatilidad y ajuste sencillo.

**Figura 11. Trípode - Propuesto**



Fuente: 3M

Con estas recomendaciones, instrucciones y la herramienta trípode se lograría mitigar la ejecución de tareas con altos riesgos de accidentalidad.

## 5.4 Conclusiones

- Al realizar la documentación y validación de la ejecución de los procesos de captación potabilización y vertimiento de agua, se identificó que el personal realiza de manera correcta las operaciones acorde a lo estipulado por SOMA.
- La universidad desconoce la documentación de los procedimientos que son realizados por empresas externas, lo cual interfiere en la realización de las actividades dentro de sus instalaciones, ya que no están validados los procesos a ejecutar.
- En el segundo semestre del 2015 se ha aumentado la demanda de agua por la cantidad de estudiantes que han ingresado, por tal motivo el personal se ha visto

en la obligación de trabajar más tiempo del horario establecido en el contrato para abastecer el agua requerida, lo cual ha provocado movimientos en la programación que realizar SOMA.

- El desarrollo del proyecto dio a conocer diferentes riesgos a los que están expuestos los colaboradores a la hora de realizar las actividades habituales y esporádicas que hacen parte de todo el proceso de tratamiento de aguas dentro de la Universidad.
- Debido a que la Universidad se encuentra en proceso de transición de acogerse a la nueva normatividad del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, se puede afirmar que se ha realizado una contribución para la implementación de ésta en los procesos de captación, potabilización y vertimiento de agua.
- Dentro de los procesos se encontró similitud en los factores de riesgo a los que están expuestos los colaboradores, por lo tanto se realizaron planes de acción para la mitigación del riesgo en cada uno de los procesos en los cuales están directamente vinculados los colaboradores de Icesi.
- Para el desarrollo adecuado de cada una de las actividades de los colaboradores donde están presentes los factores de riesgos (ruido, sustancias y herramientas manuales) es importante realizar sus respectivos planes de acción para promover la seguridad y salud en el trabajo, evitando sanciones o costos asociados a los accidentes que pueden pasar en estos procesos.

## **5.5 Recomendaciones**

- En el proceso de vertimiento se encontró que la mayoría de procedimientos son terciados, por lo cual se recomienda exigir la documentación del proceso
- Exigir las fichas técnicas para las sustancias químicas utilizadas por los contratistas de la caracterización de vertimientos, de esta forma asegurar la integridad de los contratistas y de las personas que se vean afectados durante la ejecución de estos procedimientos.



- Para los contratistas de la caracterización de los pozos de captación y caracterización de vertimientos es importante realizar una capacitación previa a la entrada de la Universidad, de esta forma garantizar que las medidas de emergencia puedan ser adoptadas por cada persona dentro del campus universitario.
- Utilizar la cartilla para procesos tercerizados de tal manera que se garantice la integridad de los contratistas y de la comunidad universitaria.
- La matriz de valoración de riesgos que se entrega en este proyecto debe ser actualizada anualmente para cumplir con exigido por el marco legal.
- En los procedimientos de caracterización de vertimientos se encuentra que el factor de riesgo Radiación no ionizante afecta directamente durante toda la jornada laboral de los contratistas desgastándolos física y mentalmente, por lo cual se debería exigir a la empresa contratista que tenga medidas de protección o prevención para el sol como sombrillas o malla sombra que mitiguen el factor de riesgo sin que el contratista abandone el lugar de trabajo para evitar el sol.
- Este proyecto fue repartido en procesos habituales y esporádicos adaptándose al sistema de la Universidad para la evaluación de riesgos, para que el lector como futuros investigadores que lean este proyecto continúen con la metodología de evaluación de la Universidad.

## BIBLIOGRAFÍA

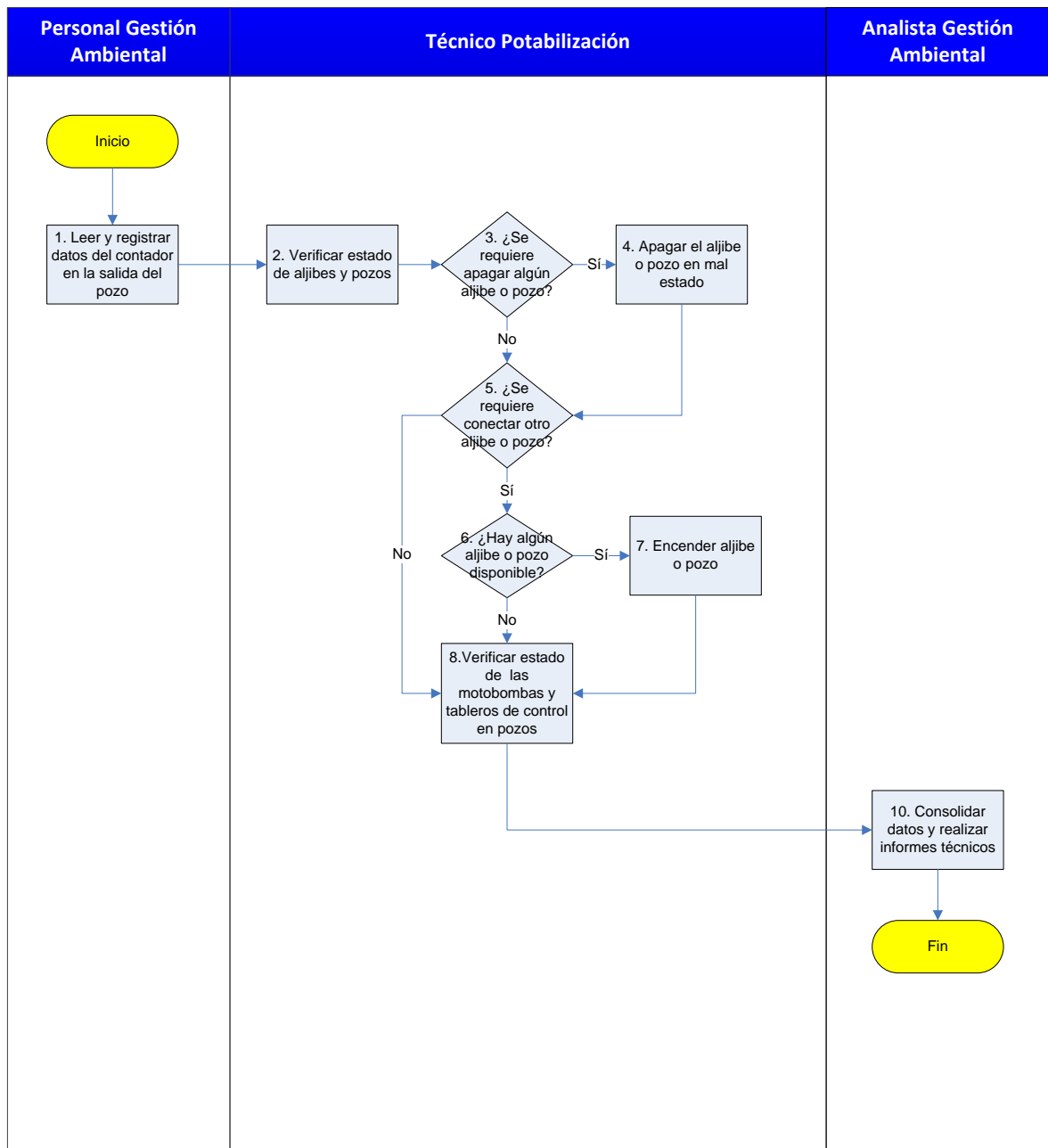
- Universidad del Valle. Factores de riesgo ocupacional. <http://saludocupacional.univalle.edu.co/factoresderiesgoocupacionales.htm>
- Álvarez Heredia, F & Faizal GeaGea, E. (2013). Riesgos laborales: Ediciones de la U.
- Arrellano Díaz, J & Rodríguez Cabrera, R. (2013). Salud en el trabajo y seguridad industrial: Alfaomega.
- Mancera Fernandez, Mancera Ruiz, y otros. (2012). Seguridad e Higiene industrial, Gestión de riesgos: Alfaomega.
- Arboleda & Angel (2011). Estandarización de los procesos críticos de mantenimiento preventivo del sistema hidráulico de la Universidad ICESI.
- Castillo & Cadena (2012). Elaboración de procedimientos de trajo seguro (PTS) para el proceso de mantenimiento de mantenimiento eléctrico de la Universidad ICESI.
- Díaz Jaramillo (2013) Programa para la selección, uso y mantenimiento de los elementos de protección personal, en los procesos de jardinería y mantenimiento de la Universidad ICESI.
- GTC-45 (2011). Guía Técnica Colombiana de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional.
- Decreto 1443, Colombia; Disposición para la implementación del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo, Ministerio del trabajo Bogotá, Colombia 31 de julio del 2014.
- Decreto 1072, Colombia; Decreto único reglamentario del sector trabajo, Ministerio de trabajo, Bogotá, Colombia, 26 de mayo del 2015.
- Decreto 1575 del 2007, Colombia; decreto para la protección y control de la calidad del agua para el consumo humano.

- Decreto 3930 del 2010, Colombia; decreto para garantizar la calidad del agua para consumo humano y la prevención y control de la contaminación de residuos líquidos.
- Resolución 06331 del 2015, Colombia; resolución para los parámetros y valores límites máximos permisibles en los vertimientos.
- Guía general para la presentación del informe de caracterización de vertimientos líquidos del 2010, Colombia; guía para contratar y realizar el servicio de caracterización.
- Secretaria de salud pública de Bogotá, <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=19982>
- Quintero Sastre del 2013; Diagnóstico de la aplicación de procesos estandarizados de Gestión en Salud Ocupacional en las Instituciones de educación superior y propuesta de modelo para la construcción del SG - SST. Santiago de Cali: Universidad Icesi. Tomado de <http://hdl.handle.net/10906/76620>
- Riesgos Químicos del 2015; ECOE ediciones; Fernando Hernando Robledo, elementos que tienen la potencialidad de afectar al trabajador a través de los accidentes de trabajo o enfermedades profesionales.
- <http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/162691/Set-178-piezas-herramientas-mecanicas-1-4--1-2?navAction=push>.
- <http://www.azembla.com.co/es/sistema-constructivo>.
- NTC 5254 del 2004; Colombia; Norma técnica colombiana para la gestión de riesgos.

## ANEXOS

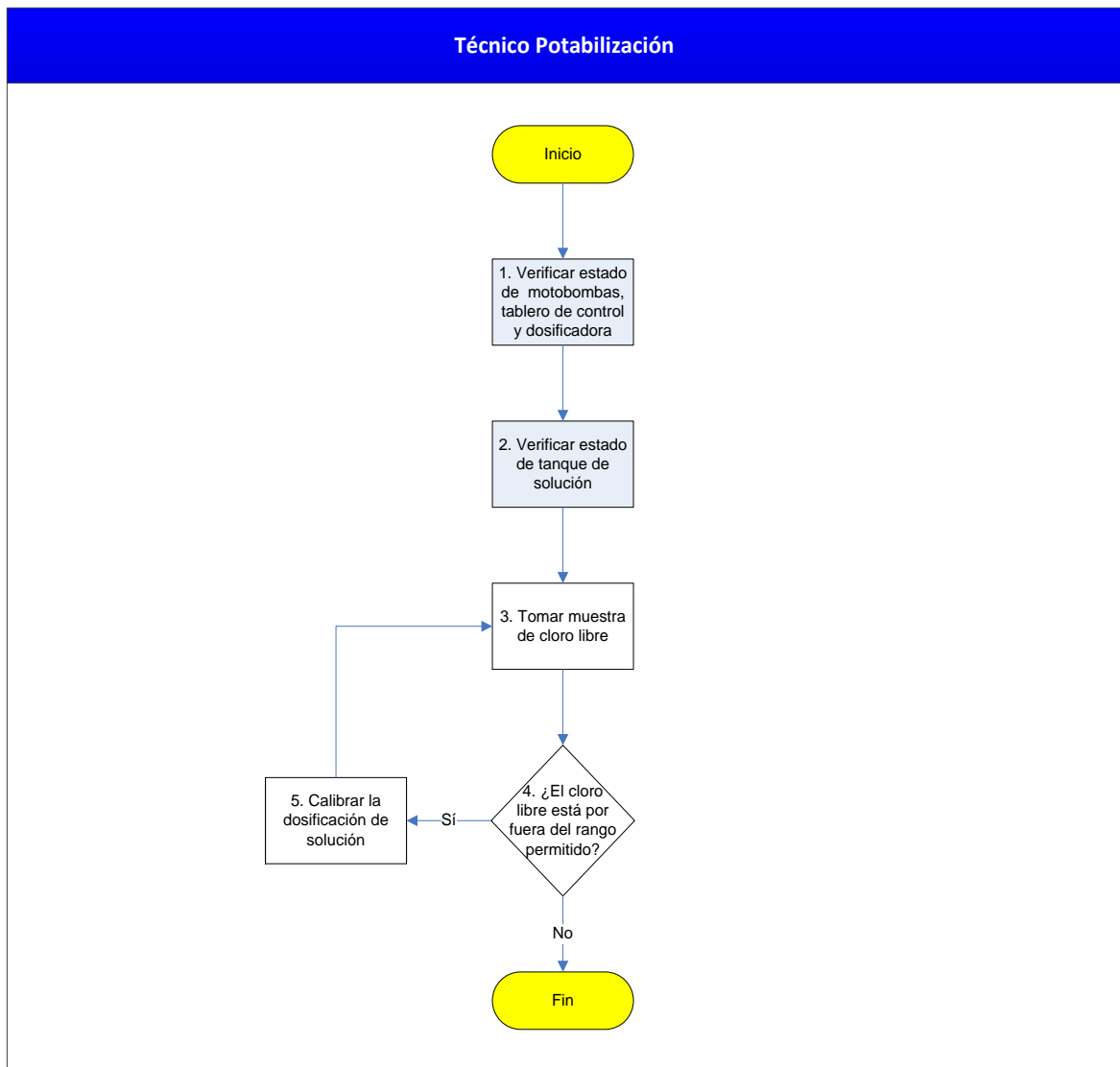
### Anexo A. Procesos de captación, Potabilización y vertimiento de agua – Documentados

#### Captación de Agua Cruda – Diagrama de Flujo Documentado



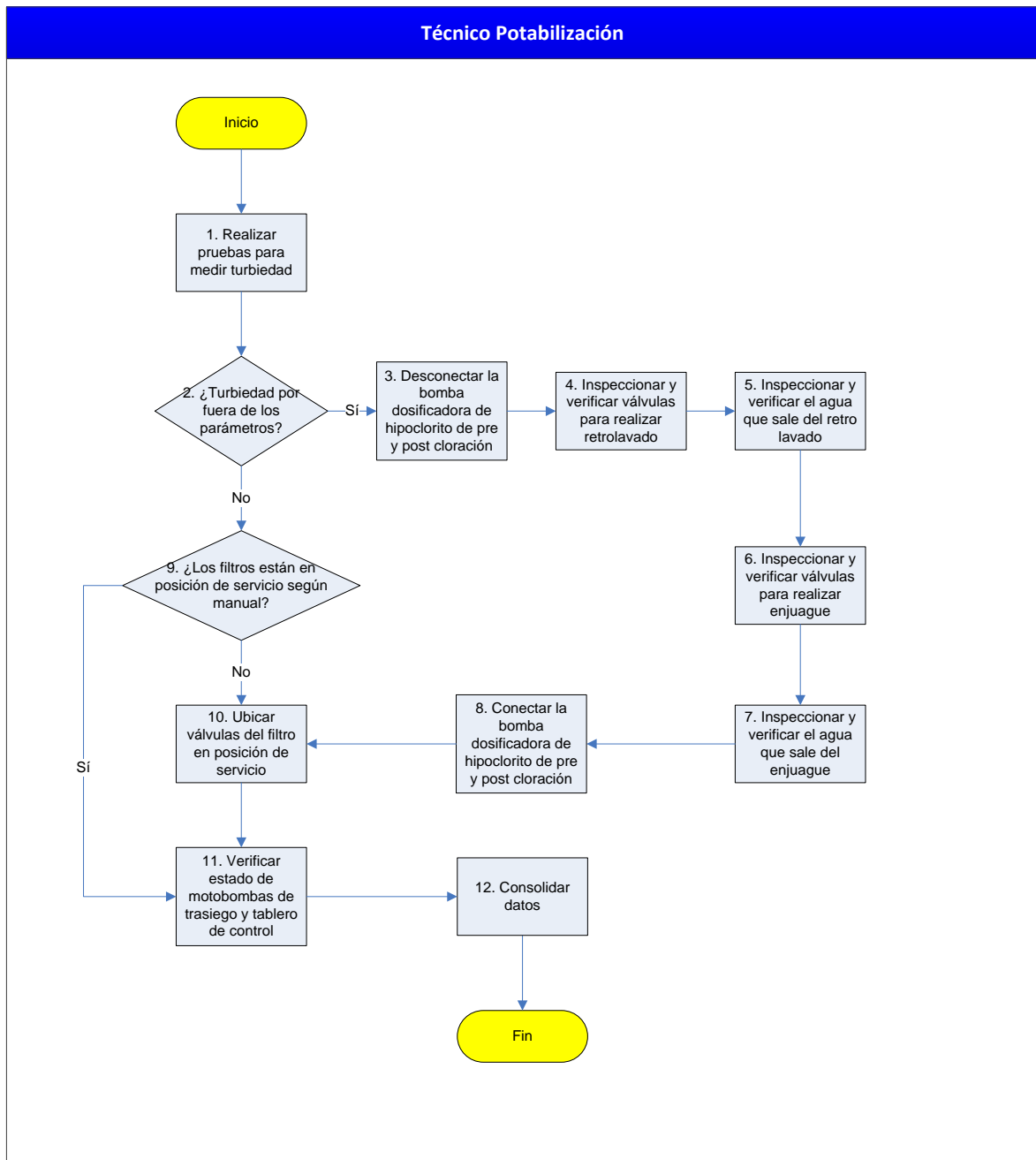
Fuente: SOMA

## Potabilización, Precloración – Diagrama de Flujo Documentado



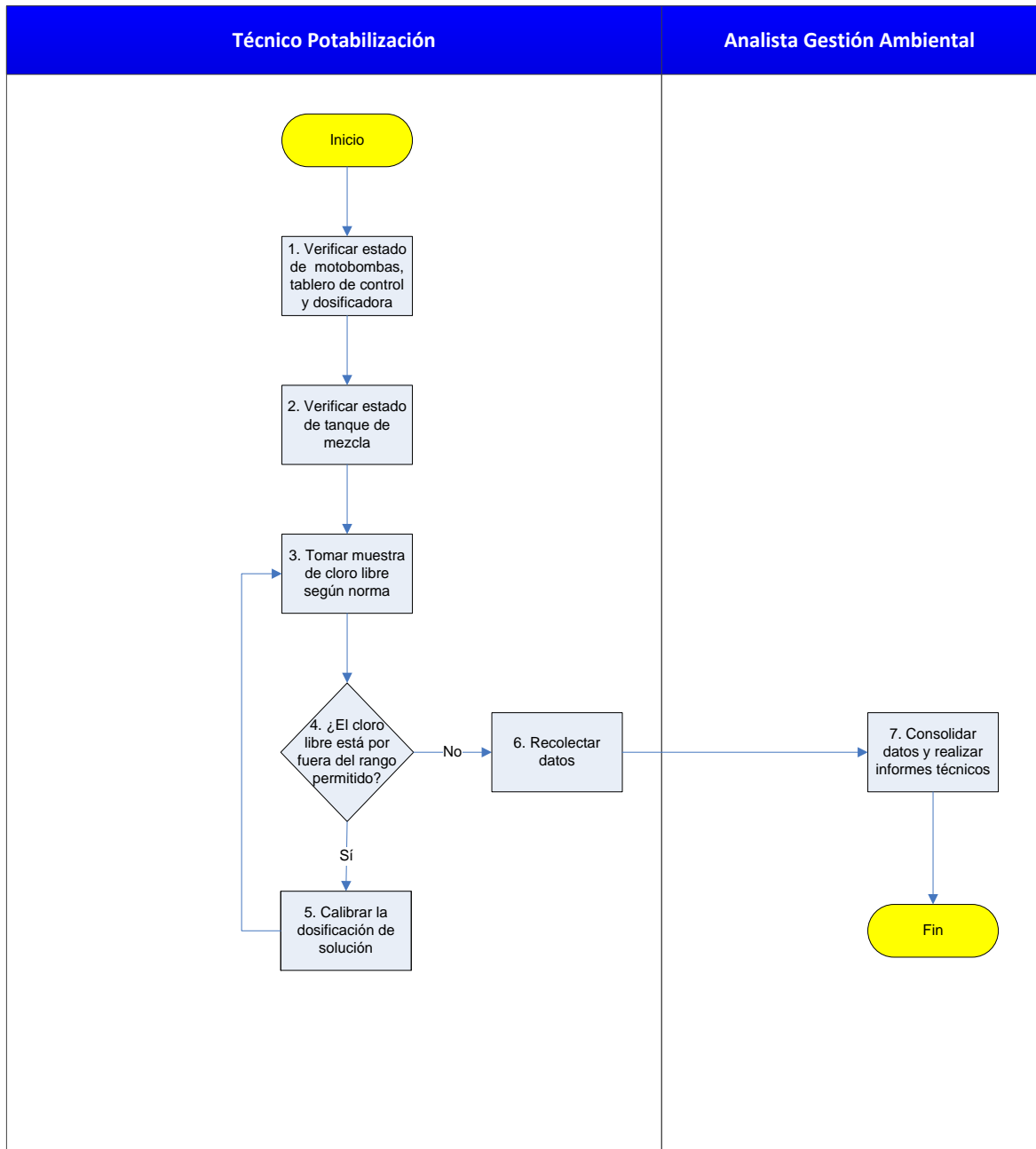
Fuente: SOMA

## Potabilización, Filtración – Diagrama de Flujo Documentado



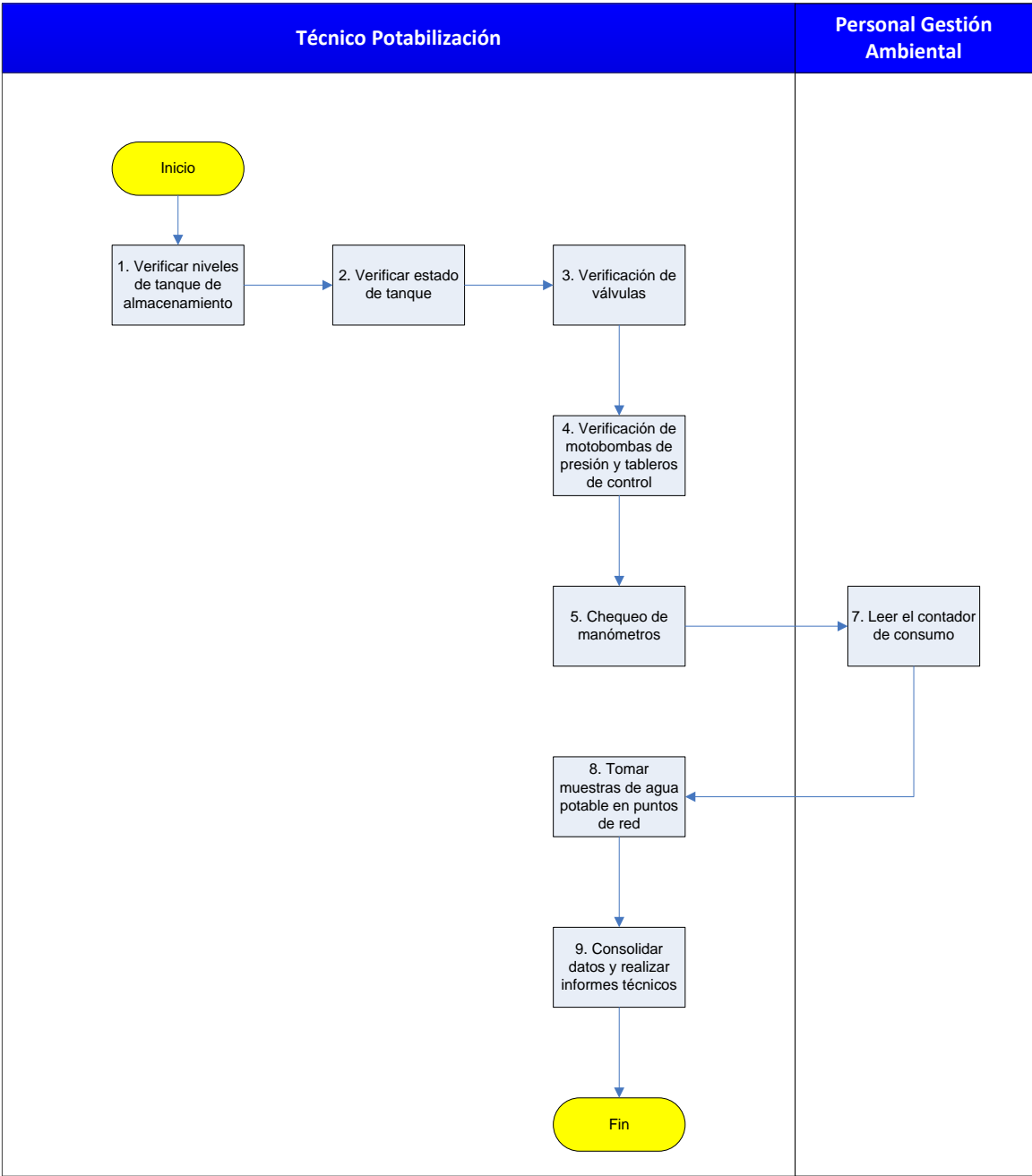
Fuente: SOMA

## Potabilización, Postcloración – Diagrama de Flujo Documentado



Fuente: SOMA

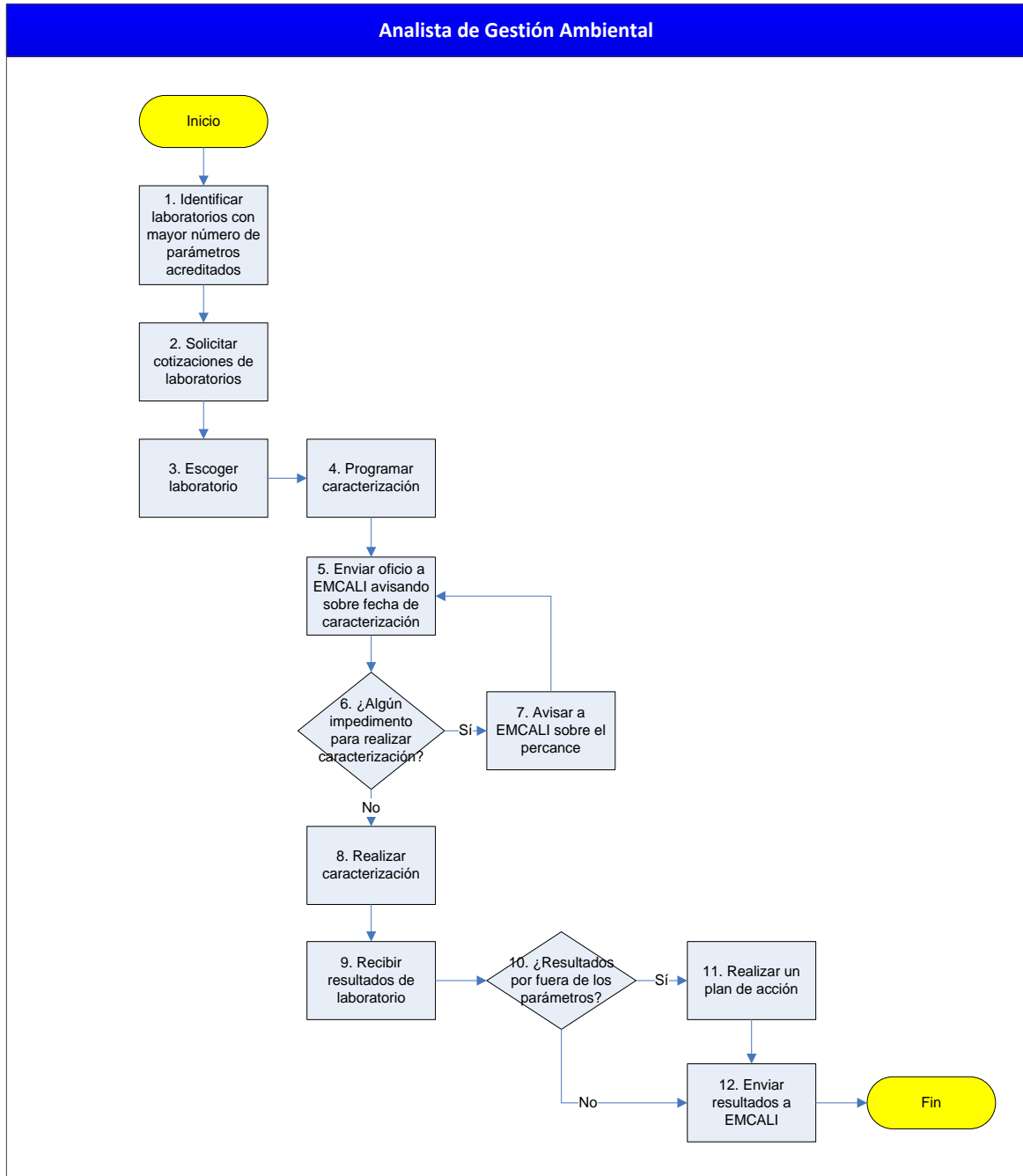
# Potabilización, Almacenamiento y Distribución - Diagrama de Flujo Documentado



Fuente: SOMA



## Vertimiento- Diagrama de Flujo Documentado



Fuente: SOMA

## Anexo B. Encuestas - Resultados

**Instrucción:** Marque con una "X" los riesgos que usted considere que se expone al realizar sus actividades

Tipo de riesgo	Clasificación	Potabilización												
		Captación		Precloración		Filtración		Postcloración		Almacenamiento y distribución		Vertimiento		
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Físico	Ruido	X			X	X			X	X				X
	vibraciones		X		X		X		X		X			X
	Iluminación		X		X		X		X		X	X		
	Temperaturas extremas		X		X		X		X		X			X
	Radiaciones ionizantes (rayos x)		X		X		X		X		X			X
	Radiaciones no ionizantes (soldadura)		X		X		X		X		X			X
Químico	Material particulado		X		X		X		X		X			X
	Humos metálicos		X		X		X		X		X			X
	Gases		X		X		X		X		X			X
	Vapores		X		X		X		X		X			X
	Sustancias	X		X			X	X		X		X		X
Biológicos	Virus		X		X		X		X		X			X
	Venenos		X		X		X		X		X			X
	Bacterias	X			X		X		X	X			X	
	Hongos	X			X		X		X	X			X	
	Parásitos	X			X		X		X	X			X	
Ergonómicos	Posturas inadecuadas	X			X		X		X	X				X
	Sobre esfuerzo físico	X			X		X		X		X			X
	Diseño del puesto de trabajo	X			X		X		X		X			X
Psicosociales	Trabajo monótono		X		X		X		X		X			X
	Trabajo bajo presión		X		X		X		X		X			X
	Jornada laboral extensas	X			X		X		X		X	X		
Eléctricos	Media tensión	X			X		X		X		X			X
	Baja tensión		X		X		X		X		X			X
	Electricidad estática		X		X		X		X		X			X
Mecánicos	Maquinaria en funcionamiento		X		X		X		X		X			X
	Herramienta manualés	X			X		X		X	X				X
Locativos	Superficies de trabajo		X		X		X		X		X	X		
	Organización del área		X		X		X		X		X			X
	Espacio de trabajo	X			X		X		X		X			X

**Anexo C. Matriz de Valoración de Riesgos en los Procesos de Captación, Potabilización y Vertimiento de Agua - (Digital)**

## **Anexo D. Entregable para Contratistas de la Universidad – Procesos de Caracterización**

En el documento se presentan algunas recomendaciones generales que se deben tener en cuenta en el momento de realizar tareas de caracterización de pozos de achique y pozos de vertimientos. Tenga en cuenta que al momento de ingresar al campus universitario debe acatar las reglamentaciones para el cuidado personal y de terceros.

- Ponga atención a la capacitación para la atención de emergencias por parte del departamento de salud y seguridad en el trabajo de la Universidad.
- Identifique los puntos de refugio más cercanos en caso de una emergencia.
- En trabajos confinados estar acompañado o en su defecto avisar al supervisor.
- Para el levantamiento de cargas hacer la fuerza con los pies manteniendo la espalda recta.
- Utilizar en todo momento los elementos de protección personal.
- Utilizar las sustancias químicas en espacios ventilados e iluminados de tal

manera que se prevenga un derramamiento o contaminación.

- Haga ingreso, declarándolos, de la herramienta o maquinaria a utilizar, recuerde que los colaboradores de Icesi pueden tener los mismos equipos.
- Identifique el teléfono blanco más cercano, en caso de tener una emergencia.
- Realice pausas activas durante el desarrollo de las actividades de caracterización.
- Presente las fichas técnicas de las sustancias químicas a utilizar a SOMA previamente al ingreso.

Es importante que tenga presente los riesgos a los que está expuesto durante el desarrollo de las actividades de caracterización, por lo cual se sugiere tener muy presente los puntos expuestos en este documento.

Gracias

**LA SEGURIDAD COMIENZA CON USTED Y TERMINA CON USTED**